

Tema 1. Campos Electrostáticos.

- Ley de Coulomb.

1.- ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre la ley de Coulomb y la ley de gravitación universal?

$$\vec{F}_G = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{|\vec{r}|^2} \cdot \vec{u}_r; \quad G = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

$$\vec{F}_e = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{|\vec{r}|^2} \cdot \vec{u}_r; \quad k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

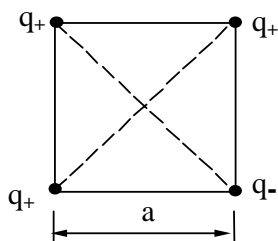
2.- Tenemos un alfiler de plata neutro que pesa 10 gramos. La plata tiene 47 electrones por átomo y su masa atómica es de 107,87. [Para calcular el número total de átomos en el alfiler, primero debe calcularse el número de átomos-gramo, dividiendo la masa en gramos por la masa atómica; multiplicando el número de átomos-gramo por $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$, número de Avogadro, se obtiene el número total de átomos]. El alfiler mide 20 mm de longitud. Supuesto que pudiéramos separar todas las cargas, y situar las positivas en uno de los extremos del alfiler y las negativas en el otro, calcular la fuerza de atracción resultante. Calcular el peso que podría levantarse con dicha fuerza.

3.- Calcular la fuerza total que se ejerce sobre la carga q_- y la fuerza sobre una carga de +1 C situada en el centro del cuadrado de la figura. Datos: $q_+ = |q_-| = 10^{-8} \text{ C}$, $a = 0,5 \text{ m}$.

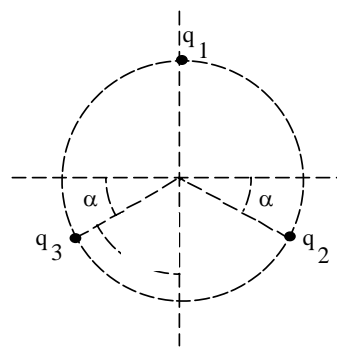
4.- Disponemos de tres cargas q_1, q_2, q_3 ($q_1 = +5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$, $q_2 = q_3 = -q_1/2$) sobre una circunferencia de radio 1 m, como indica la figura. ($\alpha = \pi/6$)

a) Calcular la fuerza total ejercida sobre la carga q_1 .

b) Calcular la fuerza total ejercida sobre una carga de +1 C situada en el centro de la circunferencia.



Problema 3

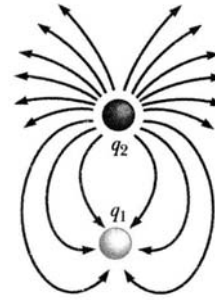


Problema 4

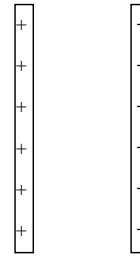
- Campo eléctrico.

5.- En el interior de un campo eléctrico, un electrón experimenta una fuerza de $5 \cdot 10^{-12} \text{ N}$. Calcular el módulo del vector intensidad de campo eléctrico, \vec{E} , en el punto en el que se encuentra el electrón. ¿Cómo es la dirección y el sentido del vector \vec{E} respecto a la fuerza que se ejerce sobre el electrón?

6.- Si tenemos dos cargas puntuales y un mapa de líneas de campo eléctrico como el representado en la figura, razonar cuál de las dos cargas es mayor en magnitud y cuál es la positiva y la negativa.



7.- Dibujar las líneas de campo eléctrico asociadas al sistema de la figura, formado por dos placas paralelas con cargas iguales pero de signo opuesto y uniformemente repartidas.



8.- Sobre un punto del espacio, los objetos cargados presentes que lo rodean no ejercen ninguna fuerza eléctrica al no haber carga en él. ¿Implica esto que el campo eléctrico en el punto es nulo?

9.- Se denomina dipolo eléctrico a un sistema de dos cargas iguales y de signo contrario, q_+ , q_- , ($|q_-| = q_+$), separadas una distancia $2a$.

- Calcular el campo eléctrico, \vec{E} , en puntos situados en el eje del dipolo, entre las dos cargas.
- Calcular el campo eléctrico, \vec{E} , en puntos de la bisectriz del eje del dipolo.

- Diferencia de potencial electrostático.

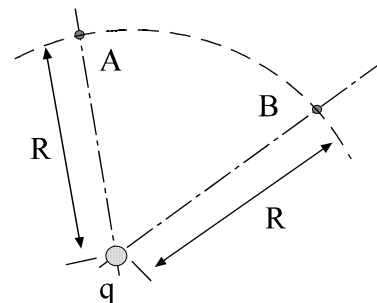
10.- En la atmósfera terrestre, y durante un día soleado, existe un campo electrostático debido a cargas positivas acumuladas en la ionosfera y a cargas negativas inducidas en el terreno y en el mar. En puntos próximos a la superficie de la tierra, el vector intensidad de campo eléctrico puede considerarse de módulo constante, $|\vec{E}| = 100 \frac{\text{N}}{\text{C}}$, y dirección perpendicular al terreno.

Calcular la diferencia de potencial que existe entre el punto más alto (punto A) y la base (punto B), ($V_a - V_b$), de una chimenea de una central térmica cuya altura es de 330 m.

11.- Calcular la diferencia de potencial electrostático entre los puntos A y B, ($V_a - V_b$), de la figura cuando:

- la carga es positiva de valor 5 nC
- la carga es negativa de valor -6 pC

Datos: $R = 0,5 \text{ m}$

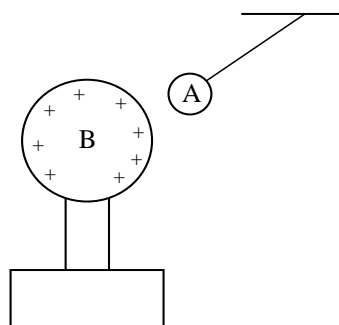


- Medios materiales. Polarización. Conductores.

12.- En muchas ocasiones, cuando vamos a abrir la puerta de un coche, en el momento de tocar la carrocería recibimos una descarga, viéndose incluso, algunas veces, un arco entre nuestra mano y el coche. ¿Cómo se explica esto? ¿Cómo puede minimizarse?

13.- ¿Por qué es más difícil cargar un objeto por fricción un día húmedo que un día seco?

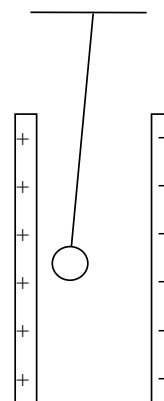
14.- Si un objeto A, suspendido de un hilo, es atraído hacia otro B que está cargado. ¿Se deduce que el objeto A está cargado?



15.- Un globo se carga negativamente por frotamiento y después se adhiere a una pared. ¿Esto implica que la pared está cargada? ¿Por qué después de cierto tiempo el globo cae?

16.- Tenemos dos esferas, una conductora y otra dieléctrica. Disponemos de una varilla de ebonita que puede cargarse por fricción, un péndulo con una esfera dieléctrica suspendida y neutra, y una radiador conectado a las tuberías de calefacción (el radiador puede absorber o ceder un número ilimitado de cargas, ya sean positivas o negativas). Con estos elementos, diseñar un procedimiento para distinguir cuál de las dos esferas es la conductora.

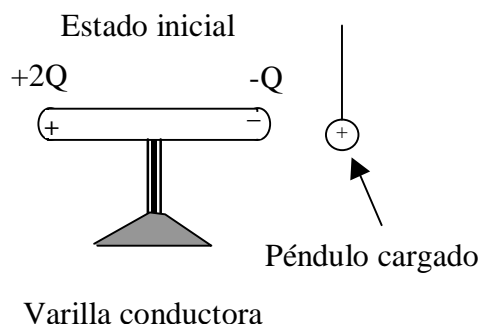
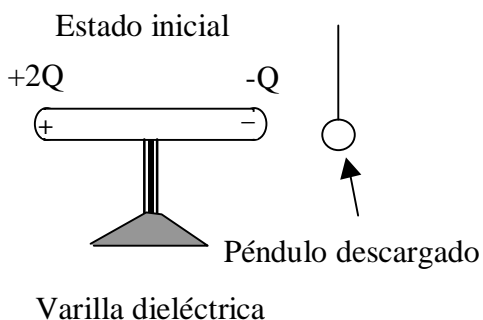
17.- Entre dos placas metálicas planas cargadas con cargas iguales, una positiva y otra negativa, colocamos una esfera suspendida de un hilo como muestra la figura. Explicar como evolucionará el sistema si colocamos inicialmente la esfera tocando una de las placas, en los siguientes casos:



- a) la esfera es metálica,
- b) la esfera es dieléctrica o aislante.

18.- Disponemos de una varilla dieléctrica, colocada sobre un soporte aislante como indica la figura de la izquierda. En un determinado instante inicial cargamos uno de sus extremos con carga real positiva $+2Q$ y el otro con carga real negativa $-Q$. Tras alcanzar el equilibrio electrostático, acercamos un péndulo descargado, primero por uno de los extremos de la varilla y luego por el otro. Explicar si en cada uno de los casos el péndulo es atraído por la varilla, repelido por ella, o bien no se ejerce ninguna fuerza sobre él.

Sustituimos la varilla anterior por otra metálica, figura de la derecha; repetimos el proceso inicial de carga con valor $+2Q$ en uno de los extremos y $-Q$ en el otro, y dejamos alcanzar el equilibrio electrostático. Después acercamos un péndulo con carga positiva. Explicar si el péndulo se ve atraído o repelido al acercarlo a cada uno de los extremos de la varilla.



19.- Entre dos placas metálicas planas, cargadas con cargas iguales uniformemente repartidas, una positiva y otra negativa, colocamos un medio dieléctrico que ocupa todo el volumen entre las placas. Razonar si el campo eléctrico en su interior será mayor o menor que en el caso de estar las placas en el vacío.

20.- Los iones en la atmósfera actúan como centros de condensación; alrededor de ellos se forman gotas de agua. Explicar porqué.

21.- ¿Por qué debe conectarse a una puesta a tierra (llamada también "toma de tierra" o "tierra") la barra del soporte metálico de una antena de televisión? (Una puesta a tierra actúa como un conductor ideal capaz de absorber o ceder ilimitadamente cargas)

- Distribuciones continuas de carga.

22.- Un trozo recto de hilo de seda de $L = 2$ m de longitud ha estado durante unos minutos en el interior de una fuerte corriente de aire. Como consecuencia del rozamiento entre las moléculas del aire y las de la seda, han sido arrancados $7 \cdot 10^{12}$ electrones de la seda y arrastrados por las moléculas de aire, quedando el hilo cargado de forma uniforme. Calcular la densidad lineal de carga en el hilo. ¿Cuánta carga habrá en un trozo de 5 mm de hilo?

23.- Un folio de acetato utilizado para transparencias se carga fácilmente por rozamiento con un paño. El folio tiene una superficie de $623,7 \text{ cm}^2$. Si se observa que la densidad superficial de carga del folio es $\sigma_s = -1,44 \cdot 10^{-4} \text{ C/m}^2$, calcular la carga total que hay en el folio. Con el contacto con el aire, el folio va descargándose. Si cuando ha perdido la mitad de la carga inicial, el folio se divide en dos partes iguales, calcular las nuevas densidades superficiales de carga en cada una de las partes del folio.

24.- Un volumen esférico de radio $R = 5$ cm se observa desde puntos lejanos como una carga puntual de valor $q_+ = 4$ nC. Se sabe que la carga se encuentra distribuida uniformemente. Indicar qué tipo de densidad de carga (superficial, volumétrica) tendrá el volumen y su valor cuando:

- la esfera es de material dieléctrico,
- la esfera es de material conductor

25.- A lo largo de un hilo de 1 m de longitud se encuentra distribuida uniformemente una carga total de $66 \mu\text{C}$. Para calcular la fuerza que siente una carga de $+1$ C situada a una distancia de 50 cm sobre la recta perpendicular al hilo trazada desde el punto medio de éste, tres estudiantes prueban procedimientos diferentes en función de sus habilidades matemáticas y perfeccionismo.

- El primer estudiante, con escaso conocimiento del cálculo diferencial e integral, resuelve el problema suponiendo que la carga en el hilo se encuentra concentrada en 6 cargas puntuales de $11 \mu\text{C}$ separadas unas de otras por una distancia de 20 cm.

- El segundo estudiante que, como el anterior, no conoce en profundidad el cálculo diferencial e integral pero es algo más perfeccionista, resuelve el problema suponiendo que la carga en el hilo se encuentra concentrada en 11 cargas puntuales de $6 \mu\text{C}$ separadas unas de otras por una distancia de 10 cm.

- El tercer estudiante, el más perfeccionista de los tres, que conoce el cálculo diferencial e integral y como aplicarlo para resolver problemas de electrostática, divide la barra en infinitas cargas diferenciales, calcula la fuerza diferencial que cada carga crea sobre la carga puntual de $+1$ C, e integra -suma vectorialmente- las infinitas fuerzas diferenciales para calcular la fuerza total.

Analizar los resultados obtenidos por cada uno de los estudiantes, calculando los errores

que los dos primeros cometen respecto del resultado obtenido por el tercero.

- Problemas para resolver con calculadora programable o con programación en ordenador.

26.- Dado un conjunto de N cargas puntuales contenidas en un plano, escribir un programa para el cálculo del vector intensidad de campo eléctrico \vec{E} creado por dichas cargas en cualquier punto del plano que las contiene, excepto en los puntos ocupados por las cargas.

- Datos de entrada: número de cargas N , posición de las cargas en el plano (x_i, y_i) , magnitud de dichas cargas incluyendo su carácter positivo o negativo, posición del punto en donde se quiere conocer el vector \vec{E} .

- Resultado: componentes E_x, E_y del vector $\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j}$

- Restricciones: $N \leq 20, 0 \leq x \leq 20 \text{ m}, 0 \leq y \leq 20 \text{ m}$

Nota: Prestar atención a las unidades de los datos introducidos.

Bibliografía básica sobre ejercicios:

Los problemas que se presentan en esta colección y las de los temas siguientes son suficientes para alcanzar el nivel requerido, en cuanto a resolución de problemas de la asignatura. No obstante, el estudiante interesado en resolver más problemas puede empezar haciendo algunos ejercicios de los propuestos en los libros de teoría. Después puede utilizar alguno de los libros que se proponen aquí.

López Pérez, Eloísa; Núñez Cubero, Felisa; “100 problemas de Electromagnetismo”, Alianza Editorial, Madrid, 1997, ISBN 84-206-8635-2

Es un libro conciso que añade algunos problemas más del estilo de los propuestos. Es interesante.

Serrano, Victor y otros; “Electricidad y Magnetismo, estrategias para resolución de problemas y aplicaciones”, Prentice-Hall, México, 2001, ISBN 968-444-501-6.

Un libro con muchos más problemas que el anterior. Cubre todos los aspectos de la asignatura pero en algunos de ellos excede el nivel exigido. Es adecuado

López Rodríguez “Problemas resueltos de electromagnetismo”, Ed. Centro de Estudios Ramón Areces, ISBN 84-87191-62-2.

Es el más completo pero también el de mayor nivel. En muchas ocasiones supera en mucho lo explicado en esta asignatura. El estudiante que lo utilice tiene que valorar si un problema de los plantados puede o no solucionarlo con lo visto en clase.

BIBLIOGRAFÍA Y RESULTADOS

- Problema 1^r, [Resnick R. - Halliday D., "Física", Tomo II, 4ª Ed.; pág. 5]
[Tipler.P., "Física", Tomo II, 3ª Ed.; Ejemplo 18-3, pág. 604-605 ^r]
- Problema 2, Resultado: $F = 3,98 \cdot 10^{24}$ N, $m = 4,06 \cdot 10^{23}$ kg
- Problema 3, Resultado:
- a) $|\vec{F}| = 6,89 \cdot 10^{-6}$ N; $\left\{ \begin{array}{l} \text{Componente vertical } 4,87 \cdot 10^{-6} \text{ N apuntando hacia arriba} \\ \text{Componente horizontal } 4,87 \cdot 10^{-6} \text{ N apuntando hacia la izquierda} \end{array} \right.$
- b) $|\vec{F}| = 1440$ N; $\left\{ \begin{array}{l} \text{Componente vertical } 1018 \text{ N apuntando hacia abajo} \\ \text{Componente horizontal } 1018 \text{ N apuntando hacia la derecha} \end{array} \right.$
- Problema 4, Resultado: a) $|\vec{F}| = 6,5$ N; solo hay componente vertical apuntando hacia abajo
b) $|\vec{F}| = 675 \cdot 10^3$ N; solo hay componente vertical apuntando hacia abajo
- Problema 5, Resultado: $|\vec{E}| = 31,22 \cdot 10^6 \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$; su dirección coincide con la dirección de la fuerza, pero su sentido es contrario, al ser el electrón una carga negativa.
- Problema 6^r, Resultado: a) $q_1/q_2 = -1/3$; b) q_1 es negativa y q_2 es positiva.
[Serway R., "Física", Vol II, 4ª Ed.; Problema 43, pág. 677]
[Serway R., "Electricidad y Magnetismo", 3ª Ed.; Pregunta 43, pág. 30]
- Problema 7^r, [<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Poisson/Capacitor.html>]
- Problema 9^r, Resultado: a) $\vec{E} = -k \cdot \frac{2 \cdot q \cdot (x^2 + a^2)}{(x+a)^2 \cdot (x+a)^2} \vec{u}_x \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$; b) $\vec{E} = -k \cdot \frac{2 \cdot a \cdot q}{(y^2 + a^2)^{3/2}} \vec{u}_y \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$
[Resnick R. - Halliday D., "Física", Tomo II, 4ª Ed.; Problema 11 pág. 34; pág. 19-20]
[Serway R., "Electricidad y Magnetismo", 3ª Ed.; Ejemplo 23.7, pág. 14]
- Problema 10, Resultado: $V_a - V_b = 33$ kV
- Problema 11, Resultado: $V_a - V_b = 0$ V, en ambos apartados. Si utilizamos para ir desde el punto B hasta el A la trayectoria circular de radio R, observamos que el vector desplazamiento es siempre perpendicular al vector \vec{E} , siendo el trabajo necesario para trasladar la unidad de carga nulo.
- Problema 14^r, [Serway R., "Física", Vol II, 4ª Ed.; Ejemplo conceptual 23.1, pág. 653]
- Problema 17^r, [Serway R., "Física", Vol II, 4ª Ed.; Ejemplo conceptual 23.6]
- Problema 18^e, Primer Examen Parcial, 8 de febrero de 2000, Curso 1999 - 00.
- Problema 22, Resultado: a) $\lambda_+ = 560,7 \cdot 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}}$; b) $q_+ = 2,8035 \cdot 10^{-9}$ C
- Problema 23, Resultado: a) $q_- = -9 \cdot 10^{-6}$ C, b) $\sigma_{s-} = -72 \cdot 10^{-6} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$
- Problema 24, Resultado: a) $\rho_{v+} = 7,64 \cdot 10^{-6} \frac{\text{C}}{\text{m}^3}$; b) $\sigma_{s+} = 127,32 \cdot 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^2}$
- Problema 25, Resultado: a) $E = 1,526 \cdot 10^6 \vec{u}_x \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$; b) $E = 1,599 \cdot 10^6 \vec{u}_x \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$; c) $E = 1,680 \cdot 10^6 \vec{u}_x \left[\frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$;
- Problema 26, [Efield11, CD Electricidad y Electrometría, EUITIZ]

^r: problema resuelto en el libro.

e: problema o cuestión propuesto en examen.