

PROBLEMAS DEL TEMA I (Clase 1)

Problemas con @ (se harán en clases).

Problemas con ♣ (se recomienda que se realicen en casa)

CLASE 1

DISTRIBUCIONES DISCRETAS DE CARGA

LEY DE COULOMB

1. Tres cargas puntuales están en el eje x; $q_1 = -6.0\mu\text{C}$ está en $x = -3.0\text{m}$, $q_2 = 4.0\mu\text{C}$ está en el origen y $q_3 = -6.0\mu\text{C}$ está en $x = 3.0\text{m}$. Hallar la fuerza ejercida sobre q_1 .

Resultado: $\vec{F}_1 = 1.5 \cdot 10^{-2} \hat{i} \text{ N}$

2. @ Dos cargas puntuales de 2 y 4 μC , respectivamente, están separadas una distancia L . ¿Dónde se debería poner una tercera carga para que la fuerza eléctrica sobre ella fuera nula?

Resultado: A una distancia $0.414 L$ de la primera carga

3. @ Una carga de $5\mu\text{C}$ se encuentra sobre el eje y en $y = 3\text{cm}$ y una segunda carga de $-5.0\mu\text{C}$ está sobre el eje y en $y = -3\text{cm}$. Determinar la fuerza ejercida sobre una carga de $2\mu\text{C}$ situada sobre el eje x en $x = 8\text{cm}$.

Resultado: $\vec{F}_3 = -8.66 \hat{j} \text{ N}$

4. ♣ Una carga de $-1.0\mu\text{C}$ está localizada en el origen, una segunda carga de $2.0\mu\text{C}$ está localizada en $x = 0$, $y = 0.1\text{m}$ y una tercera carga de $4.0\mu\text{C}$ en $x = 0.2\text{m}$, $y = 0$. Calcular las fuerzas que actúan sobre cada una de las tres cargas.

Resultado: $\vec{F}_1 = 0.9 \hat{i} + 1.8 \hat{j} \text{ N}$, $\vec{F}_2 = -1.29 \hat{i} - 1.16 \hat{j} \text{ N}$, $\vec{F}_3 = 0.389 \hat{i} - 0.644 \hat{j} \text{ N}$

EL CAMPO ELÉCTRICO

5. Una carga de $4.0 \mu\text{C}$ está en el origen. ¿Cuál es el módulo y sentido del campo eléctrico sobre el eje x en a) $x = 6\text{m}$ y b) $x = -10\text{m}$? c) Haz un esquema de la función E_x respecto a x tanto para valores positivos como negativos de x.

Resultado: a) $\vec{E} = 1.10^3 \hat{i} \text{ N/C}$ b) $\vec{E} = -360 \hat{i} \text{ N/C}$

6. ♣ Dos cargas iguales positivas de valor $q_1 = q_2 = 6.0 \text{ nC}$ están sobre el eje y en puntos $y_1 = +3\text{cm}$ e $y_2 = -3\text{cm}$. a) ¿Cuál es el valor y sentido del campo eléctrico sobre el eje x en $x = 4\text{cm}$? b) ¿Cuál es la fuerza ejercida sobre una tercera carga $q_0 = 2 \text{ nC}$ situada en el punto $x = 4\text{cm}$?

Resultado: a) $\vec{E} = 34.56 \hat{i} \text{ kN/C}$ b) $\vec{F} = 6.9 \cdot 10^{-5} \hat{i} \text{ N}$

7. @ Una carga puntual de $-5 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 4\text{m}$, $y = -2\text{m}$. Una segunda carga puntual de $12 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 1\text{m}$, $y = 2\text{m}$. a) Determinar el módulo, la dirección y el sentido del campo eléctrico en $x = -1\text{m}$, $y = 0$. b) Calcular el módulo, la dirección y el sentido de la fuerza sobre un electrón situado en $x = -1\text{m}$, $y = 0$.

Resultado: a) $\vec{E}_3 = (-8.1 \hat{i} - 10.1 \hat{j}) \text{ N/C}$, $E_3 = 12.9 \text{ kN/C}$, $\alpha = 231^\circ$

b) $F_3 = 2.06 \cdot 10^{-15} \text{ N}$, $\alpha = 51^\circ$

8. ♣ Una carga puntual de $5 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 1\text{m}$, $y = 3\text{m}$ y otra carga de $-4 \mu\text{C}$ está localizada en $x = 2\text{m}$, $y = -2\text{m}$. a) Determinar el módulo, la dirección y el sentido del campo eléctrico en $x = -3\text{m}$, $y = 1\text{m}$. b) Determinar el módulo, la dirección y el sentido de la fuerza sobre un protón en $x = -3\text{m}$, $y = 1\text{m}$.
 Resultado: a) $\vec{E}_3 = (-1.10\hat{i} - 1.55\hat{j}) \text{ N/C}$, $E_3 = 1.9 \text{ kN/C}$, $\alpha = 235^\circ$
 b) $F_3 = 3.10^{-16} \text{ N}$, $\alpha = 235^\circ$

MOVIMIENTO DE CARGAS PUNTUALES EN CAMPOS ELÉCTRICOS

9. @ La aceleración de una partícula en un campo eléctrico depende de la relación carga/masa de la partícula. a) Calcular e/m para un electrón. b) ¿Cuál es el módulo y dirección de la aceleración de un electrón en un campo eléctrico uniforme de valor 100 N/C ? c) Cuando la velocidad de un electrón se aproxima a la velocidad de la luz c , debe de utilizarse la mecánica relativista para determinar su movimiento; sin embargo, a velocidades bastante menores que c puede utilizarse la mecánica newtoniana. Calcular, con la mecánica de Newton, el tiempo que tarda un electrón, partiendo del reposo en el interior de un campo eléctrico de valor 100 N/C , en alcanzar una velocidad de $0.01 c$. d) ¿Qué distancia recorrerá el electrón en ese tiempo?

Resultado: a) $e/m = 1.76 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$ b) $a = 1.76 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$ en la dirección opuesta al campo eléctrico c) $t \approx 0.2 \mu\text{s}$ d) $x = 0.25 \text{ m}$

10. ♣ Una masa de 2g localizada en una región de campo eléctrico uniforme contiene una $\vec{E} = 300 \text{ N/C} \hat{i}$ carga Q . La masa, liberada del reposo en $x = 0$, posee una energía cinética de 0.12 J en $x = 0.50\text{m}$. Determinar la carga Q .
 Resultado: $Q = 800 \mu\text{C}$

DIPOLOS

11. Dos cargas puntuales $q_1 = 2.0 \text{ pC}$ y $q_2 = -2.0 \text{ pC}$ están separadas por una distancia de 4mm . a) ¿Cuál es el momento dipolar de este par de cargas? b) Hacer un dibujo del par e indicar la dirección y el sentido del momento dipolar.
 Resultado: a) $p = 8 \cdot 10^{-15} \text{ m} \cdot \text{C}$

PROBLEMAS GENERALES

12. Se colocan dos cargas puntuales de -5 y $+5 \mu\text{C}$ en el eje x , en los puntos $x = -1.0\text{cm}$ y $x = 1.0\text{cm}$, respectivamente. a) Calcular la intensidad del campo eléctrico en $x = 10.0\text{cm}$. b) Estimar la intensidad en $x = 10.0\text{cm}$ considerando el sistema de cargas como un dipolo localizado en el origen y de ec $E = \frac{2kp}{|x|^3}$. Comparar ambos resultados y justificar la diferencia entre ambos.

Resultado: a) $E = 1.837 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ b) $E = 1.8 \cdot 10^6 \text{ N/C}$

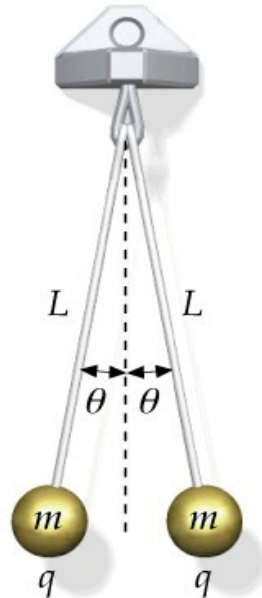
13. ♣ Dos pequeñas esferas (cargas puntuales) separadas por una distancia de 0.60m tienen una carga total de $200 \mu\text{C}$. a) Si las dos esferas se repelen entre sí con una fuerza de 80N , ¿cuáles son las cargas de cada una de las esferas? b) Si las dos esferas se atraen mutuamente con una fuerza de 80N , ¿cuáles son las cargas de cada una de las esferas?

Resultado: a) $q_1 = 183 \mu\text{C}$, $q_2 = 17.5 \mu\text{C}$ b) $q_1 = -15 \mu\text{C}$, $q_2 = 215 \mu\text{C}$

14. @ Dos pequeñas esferas de masa m están suspendidas de un punto común mediante cuerdas de longitud L . Cuando cada una de las esferas tiene una carga q , cada cuerda forma un ángulo θ con la vertical. a) Obtén la expresión de la carga q de cada esfera en función de los demás datos. b) Determinar q si $m = 10\text{g}$, $L = 50\text{cm}$, y $\theta = 10^\circ$.

Resultado:

a) $q = 2L \sin(\theta) \sqrt{\frac{mg \tan(\theta)}{k}}$ b) $q = 2.4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$



15. ♣ Una pequeña masa (puntual) m de carga q está restringida a moverse verticalmente dentro de un cilindro estrecho y sin rozamiento. En el fondo del cilindro hay una masa puntual de carga Q de igual signo que q . a) Demostrar que la masa m estará en equilibrio en $y_0 = \left(\frac{kqQ}{mg} \right)^{1/2}$.



DISTRIBUCIONES CONTINUAS DE CARGA CÁLCULO DEL CAMPO ELÉCTRICO MEDIANTE LA LEY DE COULOMB

16. ♣ Una carga lineal uniforme de densidad $\lambda=3.5 \text{ nC/m}$ se distribuye desde $x=0$ a $x=5\text{m}$.
¿Cuál es la carga total?
Determinar el campo eléctrico que se genera sobre el eje x en
b) $x=6\text{m}$, c) $x=9\text{m}$ y d) $x=250\text{m}$
e) Hallar el campo en $x=250\text{m}$ usando la aproximación de que se trata de una carga puntual en el origen y comparar el resultado con el obtenido exactamente en d).

Resultado: a) $Q=17.5 \text{ nC}$ b) $E=26.3 \text{ N/C}$ c) $E=4.38 \text{ N/C}$
d) $E=2.6 \text{ mN/C}$ e) $E=2.52 \text{ mN/C}$

17. @ Una carga de $2.75 \mu\text{C}$ está uniformemente distribuida sobre un anillo de radio 8.5 cm .
Determinar el campo eléctrico generado sobre el eje a a) 1.2 cm , b) 3.6 cm , y c) 4.0 m del centro del anillo. d) Determinar el campo a 4.0 m con la aproximación de que el anillo es una carga puntual en el origen y comparar el resultado con el obtenido en c).

Resultado: a) $E_x=4.695 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ b) $E_x=1.13 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ c) $E_x=1.55 \cdot 10^3 \text{ N/C}$
d) $E_x=1.55 \cdot 10^3 \text{ N/C}$

18. ♣ Un anillo de radio a está en el plano $z=0$ con su centro en el origen. El anillo está uniformemente cargado y tiene una carga total Q . Calcular E_z en el eje en a) $z=0.2a$, b) $z=0.5a$, c) $z=0.7a$, d) $z=a$, y e) $z=2a$. Usar estos resultados para hacer una gráfica de E_z respecto a z para valores negativos y positivos de z .

Resultado: a) $E_z=\frac{kQ}{a^2}0.189 \text{ N/C}$ b) $E_z=\frac{kQ}{a^2}0.358 \text{ N/C}$ c) $E_z=\frac{kQ}{a^2}0.385 \text{ N/C}$
d) $E_z=\frac{kQ}{a^2}0.354 \text{ N/C}$ e) $E_z=\frac{kQ}{a^2}0.179 \text{ N/C}$

LEY DE GAUSS

19. Consideremos un campo eléctrico uniforme $\vec{E}=2.00 \text{ kN/C} \hat{i}$
¿Cuál es el flujo de este campo que atraviesa un cuadrado de 10 cm de lado cuyo plano es paralelo al plano yz ?
¿Cuál es el flujo que atraviesa el mismo cuadrado si la normal a su plano forma un ángulo de 30° con el eje x ?

Resultado: $\Phi=20 \text{ Nm}^2/\text{C}$, $\Phi=17.3 \text{ Nm}^2/\text{C}$

20. @ Un campo eléctrico dado por $\vec{E}=\text{sign}(x) \cdot 300 \text{ N/C} \hat{i}$, donde $\text{sign}(x)$ es igual a: -1 si $x < 0$, 0 si $x = 0$, y $+1$ si $x > 0$. Un cilindro circular recto de 20cm de longitud y 4cm de radio tiene su centro en el origen y su eje está situado a lo largo del eje x de modo que una de las bases está en $x = +10\text{cm}$ y la otra en $x = -10\text{cm}$. a) ¿Cuál es el flujo saliente que atraviesa cada base? b) ¿Cuál es el flujo que atraviesa la superficie curvada (lateral) del cilindro? c) ¿Cuál es el flujo neto que atraviesa toda la superficie cilíndrica? d) ¿Cuál es la carga neta en el interior del cilindro?

Resultado: a) $\Phi=1.508 \text{ Nm}^2/\text{C}$ b) $\Phi=0$
c) $\Phi_{\text{neto}}=3.016 \text{ kNm}^2/\text{C}$ d) $Q_{\text{interior}}=2.67 \cdot 10^{-11} \text{ C}$

21. ♣ Una carga puntual $q = +2\mu C$ está en el centro de una esfera de 0.5m de radio. a) Hallar el área superficial de la esfera. b) Hallar el valor del campo eléctrico generado en los puntos situados en la superficie de la esfera. c) ¿Cuál es el flujo del campo eléctrico debido a la carga puntual que atraviesa la superficie de la esfera? d) ¿Variaría la respuesta dada en el apartado c) si se moviese la carga puntual de modo que estuviese dentro de la esfera pero no en el centro? e) ¿Cuál es el flujo neto que atraviesa un cubo de 1m de arista que circunscribe la esfera?

Resultado: a) $S = 3.1416 m^2$ b) $\vec{E} = 72 kN/C \hat{r}$ c) $\Phi = 226.2 kNm^2/C$
d) No e) el mismo de c)

22. ♣ Una carga puntual está situada en el centro de un cubo imaginario de 20cm de lado El flujo que sale de una de sus caras es $-1.50 kNm^2/C$. ¿Cuánta carga hay en su centro?

Resultado: $q = -80 nC$