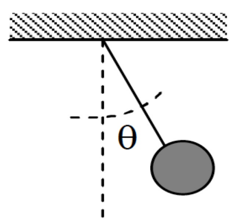
FÍSICA GENERAL III - 2023
Departamento de Física - UNLP

Práctica 2: ***Campo Eléctrico y Ley de Gauss***

1. **Verdadero o falso**:
   (a) La ley de Gauss es válida sólo en el caso de distribuciones de carga simétricas.
   (b) Si no existe ninguna carga en una dada región del espacio, el campo eléctrico debe ser cero en todos los puntos de una superficie que rodea la región citada.
   (c) El campo eléctrico en el interior de un conductor en equilibrio electrostático es siempre cero.
   (d) El exceso de cargas eléctricas en un conductor siempre se distribuye sobre su superficie.
   (e) Las líneas de campo en la superficie de un conductor en equilibrio electrostático son siempre perpendiculares a ésta.

2. La partícula de la figura tiene masa M y carga Q negativa y está en equilibrio suspendida del techo por una cuerda tensa en una región donde existe un campo eléctrico constante horizontal. Calcular el valor del campo eléctrico.



3. (a) Calcular el Campo eléctrico (magnitud, dirección y sentido) producido por dos cargas $q_1 = +Q$ y $q_2 = -Q$ ubicadas sobre el eje x en las posiciones $x_1 = -a$ y $x_2 = +a$ respectivamente. Realizar el desarrollo para un punto arbitrario a lo largo del eje y ¿Con qué nombre se conoce a esta distribución particular de cargas? Graficar.
   (b) Repetir los cálculos cuando $q_1 = q_2 = Q$.

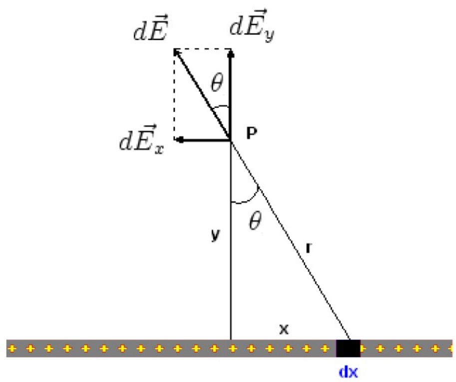
4. Calcular el torque producido por un campo eléctrico uniforme y constante sobre un dipolo eléctrico que forma un ángulo θ con el campo. Calcular la frecuencia de oscilación en el caso que el ángulo inicial θ es muy pequeño.

5. Calcular el campo eléctrico $\vec{E}$ producido por un disco delgado uniformemente cargado, sobre cualquier punto de su eje. El disco tiene un radio R y una densidad de carga σ. Pensar al disco como una serie de cargas anulares concéntricas y utilizar el resultado para un anillo cargado reemplazando su carga por un dq e integrar sobre todos los radios.

6. Una carga $Q = 3\,\mathrm{nC}$ se distribuye uniformemente a lo largo del eje x desde $x = -3\,\mathrm{m}$ hasta $x = 3\,\mathrm{m}$.
   (a) Determinar el campo eléctrico producido por esta carga lineal en un punto P sobre el eje x con $P > 3\,\mathrm{m}$.
   (b) ¿Qué sucede si $P >> 3\,\mathrm{m}$?

(c) Determinar el campo eléctrico en un punto P sobre el eje y. Sugerencia, usar como variable de integración el ángulo mostrado en la figura.

(d) A partir del resultado anterior, determinar el campo eléctrico para el caso en que la distribución (con la misma densidad de carga) sea infinitamente larga.



7. Dos planos infinitos verticales y paralelos entre sí están separados una distancia d.

   (a) Utilizando la ley de Gauss, encontrar el campo eléctrico en todo el espacio y dibujar las líneas de fuerza cuando cada plano tiene una densidad uniforme de carga $\sigma > 0$.

   (b) Repetir el cálculo para el caso en que el plano izquierdo tiene una densidad de carga uniforme σ y el derecho $-\sigma$.

8. Calcular el campo eléctrico producido por una barra infinita uniformemente cargada utilizando la ley de Gauss. Comparar con lo obtenido en el problema 4.

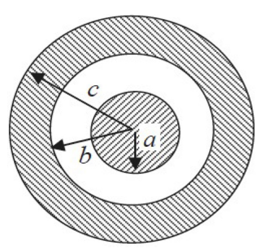
9. Una esfera no conductora de radio a tiene una carga Q distribuida uniformemente en todo su volumen. Determinar $\vec{E}(\vec{r})$ en todo el espacio.

10. Se coloca la esfera del problema anterior en el centro de una esfera conductora hueca cuyo radio interno es b y cuyo radio externo es c, tal como muestra la figura. La carga de la esfera externa es $-Q$.

    (a) Determinar $\vec{E}(\vec{r})$ en todo el espacio.

    (b) ¿Cuáles son las cargas sobre las superficies interna y externa de la esfera hueca?.

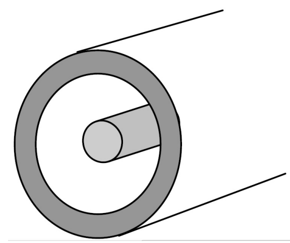
    (c) Determinar el campo $\vec{E}(\vec{r})$ y las cargas superficiales si se quita ahora la esfera interna.



11. Un cable largo y recto se rodea con un cilindro metálico hueco cuyo eje coincide con el del cable. El cable tiene una densidad lineal de carga λ, y el cilindro tiene una densidad lineal de carga neta 2λ.

    (a) Utilizando la ley de Gauss calcular la densidad lineal de carga sobre las superficies interna y externa del cilindro.

    (b) Calcular el campo eléctrico en el exterior del cilindro a una distancia r de su eje.



12. Un cilindro no conductor, de longitud infinita y radio R tiene una distribución de carga $\rho(r) = a\,r$.

    (a) Demostrar que la carga por unidad de longitud es $\lambda = 2\pi a R^3/3$.

    (b) Determinar las expresiones del campo eléctrico generado por este cilindro en todos los puntos del espacio.

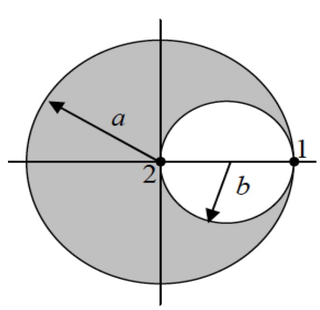
13. Una carga puntual q está situada en el centro de un cubo cuya arista tiene longitud d.

    (a) Calcular cual es el valor del flujo de campo eléctrico a través de una de las caras del cubo.

    (b) La carga q se traslada a un vértice del cubo. ¿Cuál es el valor del flujo eléctrico en esta nueva configuración para cada una de las caras?.

    (c) ¿Qué pasa con el flujo si se desplaza la carga del vértice infinitesimalmente hacia fuera o hacia dentro del cubo?

14. Una esfera no conductora de radio a y con centro en el origen está uniformemente cargada con una distribución de carga ρ . Se extrae un trozo de la esfera, dejando una cavidad esférica de radio $b = a/2$, cuyo centro está a una distancia b del de la esfera inicial, tal como muestra la figura. Calcular el campo eléctrico en los puntos 1 y 2 de la figura. (Sugerencia: reemplazar el conjunto esfera-cavidad por dos esferas que tengan la misma densidad de carga uniforme pero con signos opuestos).



Resultados: 2. $\mathbf{E} = -\frac{Mg}{Q}\mathrm{tg}(\theta)\mathbf{i}$. 3. a) $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2aQ}{(a^2+y^2)^{3/2}}\mathbf{i}$; $\mathbf{E} \sim \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2aQ}{y^3}\mathbf{i}$ si $y >> a$; b) $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2yQ}{(a^2+y^2)^{3/2}}\mathbf{j}$; $\mathbf{E} \sim \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{2Q}{y^2}\mathbf{j}$ si $y >> a$. 4. $\tau = -2aQE\ \mathrm{sen}(\theta)\mathbf{k}$ para un dipolo en el plano xy y $\mathbf{E} = E\mathbf{i}$, o en forma general $\vec{\tau} = \mathbf{p} \times \mathbf{E}$; $\omega = \sqrt{\frac{pE}{2ma^2}}$. 7. a) $\mathbf{E} = 0$ en la región entre los planos, $\mathbf{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\check{n}$ en caso contrario ($\check{n} = \pm\mathbf{i}$ versor normal a la superficie de cada plano); b) $\mathbf{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\mathbf{i}$ en la región entre los planos, $\mathbf{E} = 0$ en caso contrario. 9. $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R^3}r\check{r}$ para $r < R$; $\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r^2}\check{r}$ para $r > R$. 12. b) $\mathbf{E} = \frac{1}{3}\frac{a}{\epsilon_0}r^2\check{r}$ para $r < R$, $\mathbf{E} = \frac{1}{3}\frac{a}{\epsilon_0}\frac{R^3}{r}\check{r}$ para $r > R$. 13. a) $\Phi_E = \frac{1}{6}\frac{q}{\epsilon_0}$; b) $\Phi_E = 0$ a través de las 3 caras en cuyo vértice se ubica la carga, $\Phi_E = \frac{1}{24}\frac{q}{\epsilon_0}$ a través de las otras tres caras. 14. $\mathbf{E} = \frac{1}{3}\frac{\rho}{\epsilon_0}\frac{a}{2}\mathbf{i}$ en el punto 1; $\mathbf{E} = \frac{1}{3}\frac{\rho}{\epsilon_0}\frac{a}{2}\mathbf{i}$ en el punto 2. **Nota:** El mismo valor se obtiene para cualquier punto en el interior de la cavidad esférica.