



Escuela Naval Arturo Prat

Guía de ejercicios Física III

Marzo 2021

Flujo de Campo eléctrico y ley de Gauss

1. Determine el flujo da campo eléctrico a través de cada una de las superficies “S” mostradas en la figura.

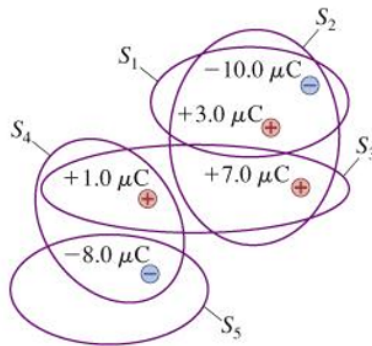


FIGURE 1 –

2. Considere tres cargas puntuales $+2q$, $+q$ y $-q$, una superficie gaussiana (línea punteada) que encierra a la carga $+2q$ y un punto P en la superficie. Discuta sobre las siguientes aseveraciones :

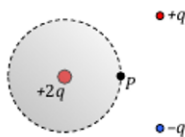


FIGURE 2 –

- (a) El campo eléctrico en el punto P solo depende de $+2q$
 - (b) El flujo de campo eléctrico a través de la superficie sólo depende de $+2q$
 - (c) Si $+2q$ se desplaza en el interior de la superficie gaussiana, cambiara el campo eléctrico en el punto P, pero no el flujo neto a través de la superficie gaussiana.
3. Un cubo de lado $l = 30$ cm esta en una región donde existe un campo eléctrico uniforme de componentes $E_x = 2$ N/C, $E_y = -5$ N/C y $E_z = 6$ N/C. Determine el flujo neto de campo eléctrico a través del cubo y el flujo de campo eléctrico a través de cada una de sus caras

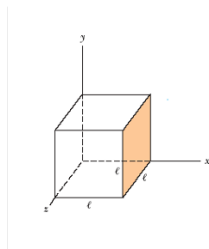


FIGURE 3 –

4. Determine el flujo de campo eléctrico a través de la caja rectangular mostrada en la figura. El campo eléctrico mostrado no es uniforme, está orientado en la dirección $+x$ y su intensidad es $E = x + a$

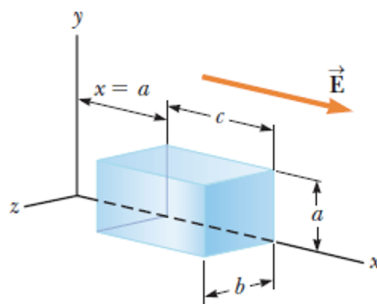


FIGURE 4 –

5. Una carga puntual $q = 15 \text{ nC}$ se ubica 5 cm sobre el centro de una lámina cuadrada de 10 cm de lado. Determine el flujo de campo eléctrico a través de la lámina.

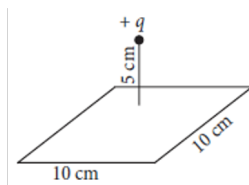


FIGURE 5 –

6. Se coloca una carga q en una de las esquinas de un cubo del lado a , tal como se muestra a continuación. Encuentre la magnitud del flujo de campo eléctrico a través de la cara sombreada debido a q . Suponga $q > 0$.

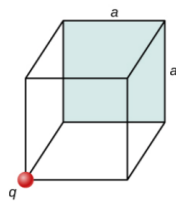


FIGURE 6 –

7. Determine el flujo de campo eléctrico a través de cada una de las superficies de un cono truncado invertido, el que se encuentra en una región del espacio donde el campo eléctrico es uniforme de intensidad 1200 N/C en la dirección $-z$. El radio de la tapa superior es $R = 0,1 \text{ m}$, el radio de la tapa inferior es $r = 0,05 \text{ m}$ y la altura del cilindro es $H = 1,2 \text{ m}$.

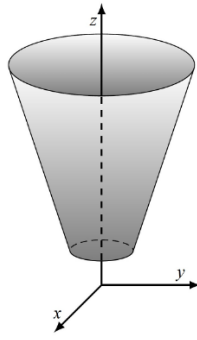


FIGURE 7 –

8. Considere un alambre muy delgado y extenso (longitud infinita) el que posee una densidad de carga lineal uniforme $\lambda = 25 \text{ nC/m}$. Utilice la ley de Gauss para calcular el campo eléctrico a una distancia $R = 2 \text{ m}$ del alambre.
9. Un cilindro macizo de radio R y muy largo posee una densidad volumétrica de carga ρ uniforme ver figura 8. Utilice la ley de Gauss para determinar la magnitud y dirección del campo eléctrico dentro y fuera del cilindro.

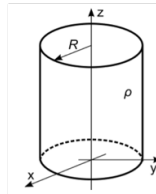


FIGURE 8 – Cilindro uniformemente cargado

10. Tres planos infinitos y paralelos poseen las densidades superficiales de carga que se muestran en la figura 9. Determine la magnitud y dirección del campo eléctrico neto en : i) punto P, ii) origen del sistema de coordenadas, iii) $z = 4a$, iv) $z = -2a$

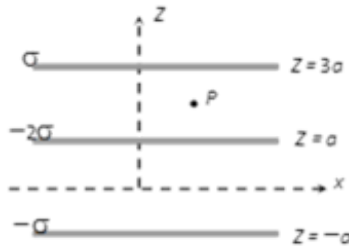


FIGURE 9 – Tres planos paralelos uniformemente cargados

11. Un plano infinito situado en el plano de coordenadas xz posee una densidad de carga superficial uniforme $\sigma_1 = 65 \text{ nC/m}^2$. Un segundo plano infinito, portador de una densidad de carga uniforme $\sigma_2 = 45 \text{ nC/m}^2$ corta el plano xz en el eje z y forma un ángulo de 30° con el plano xz . Determina el campo eléctrico en el plano xy en a) $x = 6 \text{ m}$, $y = 2 \text{ m}$ b) $x = 6 \text{ m}$, $y = 5 \text{ m}$
12. Dos esferas no conductoras de radios R_1 y R_2 están uniformemente cargadas con densidades de carga ρ_1 y ρ_2 , respectivamente. Se separan a una distancia de centro a centro a (ver figura 10). Encuentre el campo eléctrico en el punto P ubicado a una distancia r del centro de la esfera 1 y está en la dirección θ desde la línea que une las dos esferas. Suponga sus densidades de carga no se ven afectadas por la presencia de la otra esfera.

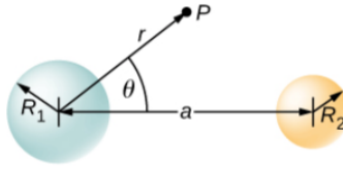


FIGURE 10 – Esferas uniformemente cargadas

13. Una carga puntual $Q/2$ se encuentra en el interior de un cascaron esférico conductor de radio interno r_1 y radio externo r_2 , el que tiene una carga neta Q .
- Determine la carga neta inducida en cada una de las superficies del cascaron.
 - Determine la magnitud y dirección del campo eléctrico en todo el espacio. (entre la carga y la superficie interna del cascaron, en el interior del cascaron y fuera del cascaron)

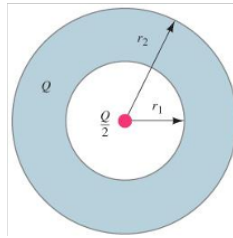


FIGURE 11 –

14. Un cascaron esférico hecho de un material no conductor esta uniformemente cargado de tal manera que posee una densidad de carga volumétrica $\rho = -20 \mu C/m^3$, además, su radio interior mide $a = 0,4 m$ y su radio exterior mide $b = 0,6 m$.
- Determine el campo eléctrico a una distancia r del centro del cascaron. considere los siguientes casos i) $0 < r < a$, ii) $a < r < b$ y iii) $b < r$
 - Si una carga puntual $q = 10 \mu C$ se ubica en el centro del cascaron. ¿Se inducirá carga eléctrica en las superficies del cascaron? de ser así, ¿Cuánta?

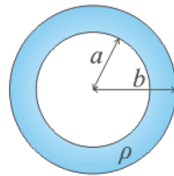


FIGURE 12 –

Respuestas

$$\begin{aligned}
 1. \quad \Phi_{s1} &= \frac{-10\mu C + 3\mu C}{\epsilon_0} = -790960 Nm^2/C \\
 \Phi_{s2} &= \frac{-10\mu C + 3\mu C + 1\mu C}{\epsilon_0} = 0 Nm^2/C \\
 \Phi_{s3} &= \frac{1\mu C + 7\mu C}{\epsilon_0} = 903955 Nm^2/C \\
 \Phi_{s4} &= \frac{1\mu C - 8\mu C}{\epsilon_0} = -790960 Nm^2/C \\
 \Phi_{s5} &= \frac{-8\mu C}{\epsilon_0} = -903955 Nm^2/C
 \end{aligned}$$

2.

3. Dado que el campo eléctrico es homogéneo y no hay cargas eléctricas encerradas por la superficie el cubo, $\Phi_{total} = 0$

El flujo por cada cara.

$\Phi_{cara} = \vec{E} \cdot \vec{A}$, donde $\vec{E} = (2\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}) N/C$ y $\vec{A}$ es el vector área de cada cara del cubo, en este caso cada par de cara se orienta según los vectores unitarios del sistema de coordenadas de la figura, es decir $\vec{A} = \pm 0,09 m^2 \hat{i}$, $\vec{A} = \pm 0,09 m^2 \hat{j}$ y $\vec{A} = \pm 0,09 m^2 \hat{k}$.

Para las caras orientadas según el eje $\pm x$:

$$\Phi_{cara,+x} = (2\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}) N/C \cdot 0,09 m^2 \hat{i} = 0,18 Nm^2/C$$

$$\Phi_{cara,-x} = (2\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}) N/C \cdot -0,09 m^2 \hat{i} = -0,18 Nm^2/C$$

Para las caras orientadas según el eje $\pm y$:

$$\Phi_{cara,+y} = (2\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}) N/C \cdot 0,09 m^2 \hat{j} = -0,45 Nm^2/C$$

$$\Phi_{cara,-y} = (2\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}) N/C \cdot -0,09 m^2 \hat{j} = 0,45 Nm^2/C$$

Para las caras orientadas según el eje $\pm z$:

$$\Phi_{cara,+z} = (2\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}) N/C \cdot 0,09 m^2 \hat{k} = 0,54 Nm^2/C$$

$$\Phi_{cara,-z} = (2\hat{i} - 5\hat{j} + 6\hat{k}) N/C \cdot -0,09 m^2 \hat{k} = -0,54 Nm^2/C$$

4. Solo hay flujo de campo eléctrico a través de las caras orientadas según el eje x , de lados a y b , por lo tanto :

$$\Phi_{total} = \Phi(x = a) + \Phi(x = a + c)$$

$$\Phi_{total} = \vec{E}(x = a) \cdot -ab\hat{i} + \vec{E}(x = a + c) \cdot ab\hat{i}$$

$$\Phi_{total} = 2a\hat{i} \cdot -ab\hat{i} + (2a + c)\hat{i} \cdot ab\hat{i} = abc$$

5. Considere que la carga esta en el centro de una cubo de lado 10 cm, en ese caso el flujo de campo eléctrico a través de la lamina se puede obtener a partir de la ley de Gauss :

$$\Phi_{lamina} = \frac{1}{6} \Phi_{cubo}$$

$$\Phi_{lamina} = \frac{1}{6} \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\Phi_{lamina} = 282 \times 10^3 Nm^2/C$$

6. Considere que la carga esta en el centro de un cubo de lado $2a$, por lo que la situación descrita en el problema corresponde al flujo de campo eléctrico a través de uno de los octantes del sistema de coordenadas cartesianas 3D centrado en q , además, se puede observar que la carga q solo genera flujo a través de las caras no adyacentes, luego :

$$\Phi = \frac{1}{3} \frac{1}{8} \frac{q}{\epsilon_0}$$

7. $\Phi_{total} = 0$

$\Phi_{tapa superior} + \Phi_{tapa inferior} + \Phi_{manto} = 0$, donde :

$$\Phi_{tapa superior} = -E\hat{k} \cdot \pi R^2 \hat{k} = -E\pi R^2$$

$$\Phi_{tapa inferior} = -E\hat{k} \cdot -\pi r^2 \hat{k} = E\pi r^2$$

$$\Phi_{manto} = -\Phi_{tapa superior} - \Phi_{tapa inferior} = E\pi(R^2 - r^2)$$