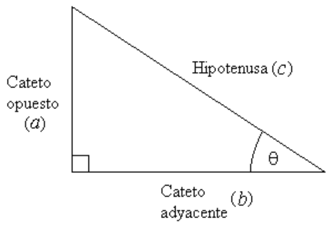
LEY DE COULOMB, CAMPO ELÉCTRICO, FLUJO DE CAMPO ELÉCTRICO, LEY DE GAUSS, POTENCIAL ELÉCTRICO.

1.- Fórmulas de geometría.

Triángulo rectángulo.



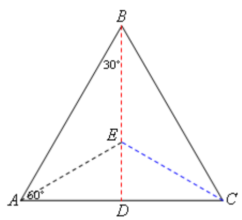
$$\operatorname{sen}\theta = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Hipotenusa}} \qquad \operatorname{sen}\theta = \frac{a}{c}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{Cateto adyacente}}{\text{Hipotenusa}} \qquad \cos\theta = \frac{b}{c}$$

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{\text{Cateto opuesto}}{\text{Cateto adyacente}} \qquad \tan\theta = \frac{a}{b}$$

Teorema de Pitágoras: $c^2 = a^2 + b^2$

Triángulo equilátero.

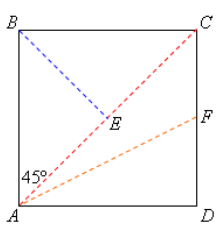


$AB = BC = AC = a \qquad BD = \frac{\sqrt{3}}{2}a$

$AE = BE = CE = \frac{\sqrt{3}}{3}a \qquad DE = \frac{\sqrt{3}}{6}a$

Área: $S = \frac{\sqrt{3}}{4}a^2$

Cuadrado.

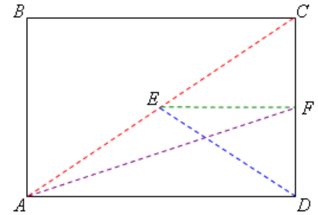


$AB = BC = CD = DA = a \qquad AE = BE = CE = DE = \frac{\sqrt{2}}{2}a$

$AF = \frac{\sqrt{5}}{2}a \qquad AC = BD = \sqrt{2}\,a$

Área: $S = a^2$

Rectángulo.

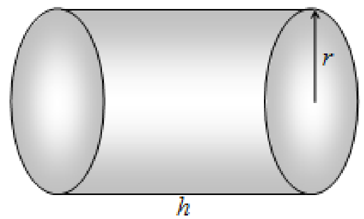


$AD = a \qquad AB = b \qquad AC = \sqrt{a^2 + b^2}$

$AE = BE = CE = DE = \frac{1}{2}\sqrt{a^2 + b^2}$

$AF = \sqrt{a^2 + (\frac{1}{2}b)^2} = \frac{1}{2}\sqrt{4a^2 + b^2}$

Cilindro.

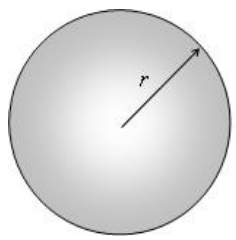


Área de las superficies circulares: $S = \pi r^2$

Área de la superficie lateral: $S = 2\pi r h$

Volumen: $V = \pi r^2 h$

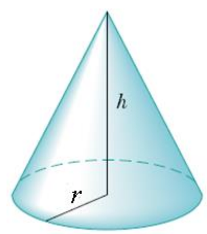
Esfera.



Área de la superficie: $S = 4\pi r^2$

Volumen: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

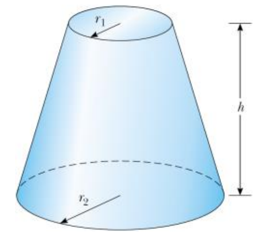
Cono.



Área de la superficie circular: $S = \pi r^2$

Área de la superficie lateral: $S = \pi r\sqrt{r^2 + h^2}$

Cono truncado.

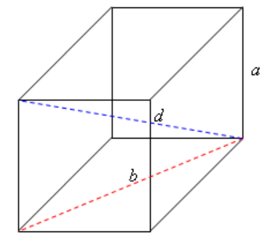


Área de la superficie circular superior: $S = \pi r_1^2$

Área de la superficie circular inferior: $S = \pi r_2^2$

Área de la superficie lateral: $S = \pi(r_1 + r_2)\sqrt{(r_2 - r_1)^2 + h^2}$

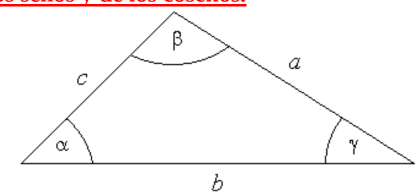
Cubo.



Diagonal de una cara: $b = \sqrt{2}\,a$

Diagonal del cubo: $d = \sqrt{3}\,a$

2.- Ley de los senos y de los cosenos.



En estas fórmulas a, b y c representan las medidas de los lados de un triángulo; α, β y γ denotan las medidas de los ángulos opuestos a los lados de medidas a, b y c respectivamente.

2.1.- Ley de los senos.

$$\frac{\operatorname{sen}\alpha}{a} = \frac{\operatorname{sen}\beta}{b} = \frac{\operatorname{sen}\gamma}{c} \qquad \frac{a}{\operatorname{sen}\alpha} = \frac{b}{\operatorname{sen}\beta} = \frac{c}{\operatorname{sen}\gamma}$$

2.2.- Ley de los cosenos.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos\alpha \qquad b^2 = a^2 + c^2 - 2ac\cos\beta$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\gamma$$

3.- Distribuciones contínuas de carga.

Densidad de carga:

Lineal	Superficial	Volumétrica
$\lambda = \frac{q}{l}$	$\sigma = \frac{q}{S}$	$\rho = \frac{q}{V}$

3.1.- Carga eléctrica distribuida.

Densidad de carga:

Lineal	Superficial	Volumétrica
$q = \int_0^L \lambda(x)\,dx$	$q = \int_0^r \sigma(r)\,dS$	$q = \int_0^r \rho(r)\,dV$

4.- Ley de Coulomb.

4.1.- Ley de Coulomb. Fuerza debido a cargas puntuales.

$$F = k\frac{Q\,q}{r^2} \qquad k = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}$$

4.2.- Ley de Coulomb. Fuerza debido a cargas distribuidas.

$$d\,F = k\frac{Q}{r^2}\,d\,q$$

4.3.- Fuerza gravitacional debido a partículas.

$$F = G\frac{M\,m}{r^2}$$

5.- Campo Eléctrico.

5.1.- Campo eléctrico debido a:

Cargas puntuales

$$E = k\frac{q}{r^2}$$

Cargas distribuidas

$$d\,E = k\frac{d\,q}{r^2}$$

5.2.- Relación entre la fuerza eléctrica y el campo eléctrico.

$$E = \frac{F}{q}$$

5.3.- Campo eléctrico para un anillo de radio *R* con carga total *Q* a una distancia *x* sobre el eje del anillo.

$$E = \frac{k\,Q\,x}{(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}}} \qquad E = \frac{2\pi\,R\,\lambda\,k\,x}{(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}}}$$

5.4.- Campo eléctrico para un disco de radio *R* con carga total *Q* a una distancia *x* sobre el eje del disco.

$$E = \frac{2k\,Q}{R^2}\left(1-\frac{x}{(x^2+R^2)^{\frac{1}{2}}}\right) \qquad E = 2\pi\,k\,\sigma\left(1-\frac{x}{(x^2+R^2)^{\frac{1}{2}}}\right)$$

5.5.- Campo eléctrico para una lámina plana.

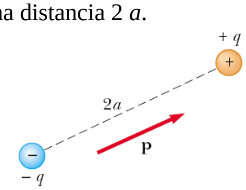
Lámina cargada: $E = \dfrac{\sigma}{2\,\varepsilon_0}$

Lámina metálica sin carga dentro de un campo eléctrico (inducción):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

5.6.- Dipolo eléctrico.

Un dipolo eléctrico consiste de dos cargas de igual magnitud y signos opuestos separadas una distancia 2 *a*.



Momento: $p = 2\,a\,q$

Torque: $\tau = 2\,a\,q\,E\operatorname{sen}\theta$, $\tau = p\,E\operatorname{sen}\theta$, $\tau = p\times E$

Energía potencial: $U = -2\,a\,q\,E\cos\theta$, $U = -p\,E\cos\theta$, $U = -p.E$

6.- Flujo de campo eléctrico.

$$\Phi_E = \int E.d\,S \qquad \Phi_E = \int E.d\,S\cos\theta$$

Si E y $d\,S$ son paralelos (E y $d\,S$ son paralelos en el flujo radial a través de la superficie lateral de un cilindro y en el flujo radial a través de la superficie de una esfera): $\Phi_E = \int E.d\,S$

Si E es constante: $\Phi_E = E\int d\,S \qquad \Phi_E = E\,S \qquad \Phi_E = \dfrac{q_{in}}{\varepsilon_0}$

6.1.- Aplicación de la ley de Gauss.

Esfera de radio r

$$E = \frac{q_{in}}{4\pi\,\varepsilon_0 r^2}$$

Cilindro de radio r y longitud L

$$E = \frac{q_{in}}{2\pi\,\varepsilon_0\,r\,L}$$

7.- Potencial eléctrico.

$$V = \frac{U}{q_0} \qquad \Delta V = V_B - V_A$$

$$V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q_0} \qquad \Delta V = \frac{\Delta U}{q_0}\,;\ \Delta U = q_0\Delta V$$

$$W = q\,\Delta V \qquad V_B - V_A = -\int_A^B E.d\,s$$

$$V_B - V_A = -E\,d \qquad \Delta U = -q_0 E\,d$$

7.1.- Diferencia de potencial entre dos puntos debido a una carga puntual.

$$V_B - V_A = k\,q\left(\frac{1}{r_B}-\frac{1}{r_A}\right)$$

7.2.- Potencial eléctrico debido a:

Una carga puntual

$$V = k\frac{q}{r}$$

Varias cargas puntuales

$$V = k\sum_i \frac{q_i}{r_i}$$

Distribuciones continuas de carga

$$d\,E = k\frac{d\,q}{r}$$

7.3.- Energía potencial.

Dos cargas puntuales

$$U = k\frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

Varias cargas puntuales

$$U = k\left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}}+\frac{q_1 q_3}{r_{13}}+\frac{q_2 q_3}{r_{23}}\right)$$

7.4.- Relación entre el potencial eléctrico y el campo eléctrico.

Coordenadas rectangulares.

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} \qquad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} \qquad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

Coordenadas cilíndricas.

$$E_r = -\frac{\partial V}{\partial r} \qquad E_\theta = -\frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial\theta} \qquad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

7.5.- Potencial eléctrico para un anillo de radio R con carga total Q a una distancia *x* sobre el eje del anillo.

$$V = \frac{k\,Q}{(x^2+R^2)^{\frac{1}{2}}} \qquad V = \frac{2\pi\,R\,\lambda\,k}{(x^2+R^2)^{\frac{1}{2}}}$$

7.6.- Potencial eléctrico para un disco de radio *R* con carga total *Q* a una distancia *x* sobre el eje del disco.

$$V = \frac{2k\,Q}{R^2}[(x^2+R^2)^{\frac{1}{2}}-x] \qquad V = 2\pi\,k\,\sigma[(x^2+R^2)^{\frac{1}{2}}-x]$$

7.7.- Potencial eléctrico en una esfera y en un cilindro no conductores.

$$V_B - V_A = -\int_{r_A}^{r_B} E(r).d\,r$$

7.8.- Potencial eléctrico de una esfera conductora de radio *R*.

$$V = k\frac{q}{R}$$

8.- Integrales notables en el estudio de la fuerza eléctrica, campo eléctrico y potencial eléctrico.

8.1.- $\displaystyle\int\frac{d\,x}{x} = \ln x$

8.2.- $\displaystyle\int\frac{d\,x}{x^2} = -\frac{1}{x}$

8.3.- $\displaystyle\int\frac{x\,d\,x}{(x^2+a^2)^{\frac{1}{2}}} = \sqrt{x^2+a^2}$

8.4.- $\displaystyle\int\frac{x\,d\,x}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{-1}{\sqrt{x^2+a^2}}$

8.5.- $\displaystyle\int\frac{x^2 d\,x}{(x^2+a^2)^{\frac{1}{2}}} = \tfrac{1}{2}x\sqrt{x^2+a^2} - \tfrac{1}{2}a^2\ln\left|\frac{\sqrt{x^2+a^2}+x}{a}\right|$

8.6.- $\displaystyle\int\frac{x^2 d\,x}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}} = \ln\left|\frac{\sqrt{x^2+a^2}+x}{a}\right| - \frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}}$

8.7.- $\displaystyle\int(x^2+a^2)^{\frac{1}{2}}\,d\,x = \tfrac{1}{2}x\sqrt{x^2+a^2} + \tfrac{1}{2}a^2\ln\left|\frac{\sqrt{x^2+a^2}+x}{a}\right|$

8.8.- $\displaystyle\int\frac{d\,x}{(x^2+a^2)^{\frac{1}{2}}} = \ln\left|\frac{\sqrt{x^2+a^2}+x}{a}\right|$

8.9.- $\displaystyle\int\frac{d\,x}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{x}{a^2\sqrt{x^2+a^2}}$

9.- Aproximaciones útiles.

$$\ln(1+x)\approx x \qquad \ln(x+\sqrt{1+x^2})\approx x$$

$$(1+x)^k \approx 1+k\,x \qquad \frac{1}{(1+x)^k}\approx 1-k\,x$$

10.- Constantes físicas fundamentales.

Permitividad del espacio libre $\varepsilon_0 = 8.854187817\times10^{-12}\,\mathrm{C^2/N.m^2}$

Número de Avogadro $N_A = 6.0221415(10)\times10^{23}$ partículas/mol

Constante de Coulomb $k = 8.987551788\times10^{9}\ \mathrm{N.m^2/C^2}$

Constante gravitacional $G = 6.67259(85)\times10^{-11}\,\mathrm{kg^2/N.m^2}$

Carga del electrón $e = -1.60217733(49)\times10^{-19}$ C

Carga del protón $e = 1.60217733(49)\times10^{-19}$ C

Masa del electrón $m_e = 9.1093897(54)\times10^{-31}$ kg

Masa del protón $m_p = 1.672623(10)\times10^{-27}$ kg

Velocidad de la luz en el vacío $c = 2.99792458\times10^{8}$ m/s

Autor: **MSc. Ing. Willians Medina**.
Teléfono / Whatsapp: **+58-424-9744352**
e-mail: **medinawj@gmail.com**
Twitter: **@medinawj**

El presente formulario está disponible en formato digital en la siguiente dirección: **https://www.tutoruniversitario.com/** Maturín, diciembre de 2024.