UNIDAD TEMÁTICA I: PRINCIPIOS DE LA MECÁNICA CLÁSICA.

UNIDAD DE COMPETENCIA: Combina los principios de la Mecánica Clásica para utilizarlos en la solución de problemas relacionados con las leyes de Newton, el Trabajo, la Energía y el Momento de fuerzas.

I.1 ALGEBRA VECTORIAL.

I.1.1 Definición de cantidades escalares y vectoriales.

I.1.2 Representación de cantidades vectoriales: Geométrica y analitica (polar y cartesiana). Igualdad de vectores y vector simétrico.

I:1.3 Adición de vectores.

I.1.3.1 Ilustrar la adición de vectores por los métodos geométricos del triángulo, paralelogramo y polígono; así como sus propiedades.

I.1.3.2 Adición de vectores por los métodos analíticos: Método analítico del triángulo, componentes rectángulares y vectores unitarios.

I.1.4 Producto entre un escalar y un vector, producto escalar o punto y producto vectorial o cruz. Propiedades y aplicaciones.

1.- En el caso de los dos vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$ indicados en la figura obtenga geométricamente, si A = 5 y B = 4:

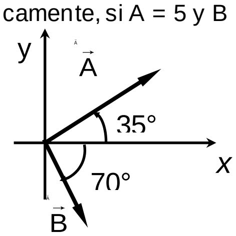
a) $\vec{A}+\vec{B}$

b) $\vec{A}$ - $\vec{B}$

c) 3 $\vec{A}$ + $\vec{B}$

d) $\vec{B}$ - $\vec{A}$

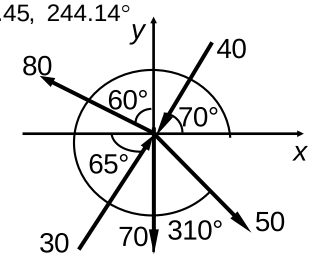
e) 4 $\vec{B}$ - $\vec{A}$



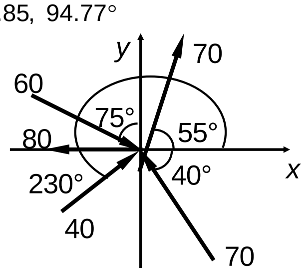
2.- Dados $\vec{A}=80{,}120°$ y $\vec{B}=60{,}240°$, realice las operaciones de los incisos a), b) y c) del problema 1, aplicando el método geométrico del paralelogramo.

3.- En cada inciso realiza la suma de vectores por el método analítico de las componentes rectangulares:

a) $\vec{V}_R = 87.45,\ 244.14°$



b) $\vec{V}_R = 117.85,\ 94.77°$



4.- Seis partículas se distribuyen como se indica: A en (5,4,6) m, B en (4,-8,2) m, C en (8,-6,-3) m, D en (-3,6,1) m, E en (3,6,9) m y Fen (-5,-4,6) m. Mediante un grafico represente los puntos en R^3, trace los vectores de posición en dicho gráfico y represente a cada uno en notación analítica cartesiana (vectores unitarios).

5.- Dados los vectores: $\vec{r}_1 = 3\hat{i}-2\hat{j}+\hat{k}$, $\vec{r}_2 = 2\hat{i}-4\hat{j}-2\hat{k}$ y $\vec{r}_3 = -\hat{i}+2\hat{j}+2\hat{k}$, halla los módulos de: a) $\vec{r}_3$, b) $\vec{r}_1+\vec{r}_2+\vec{r}_3$ y c) $2\vec{r}_1-3\vec{r}_2-5\vec{r}_3$. R: a) $\|\vec{r}_3\| = 3$, b) $\|\vec{r}_1+\vec{r}_2+\vec{r}_3\| = \sqrt{33}$, c) $\| 2\vec{r}_1-3\vec{r}_2-5\vec{r}_3 \| = \sqrt{33}$.

6.- Sean $\vec{a} = 3\hat{i}+8\hat{j}-2\hat{k}$ y $\vec{b} = 2\hat{i}-8\hat{j}+10\hat{k}$, determina un vector unitario que tenga la misma dirección del vector indicado: a) $\vec{a}+\vec{b}$, b) $\vec{a}-\vec{b}$, c) $3\vec{a}+5\vec{b}$ y d) $-\vec{a}+3\vec{b}$.

R: a) $\hat{c} = \frac{5}{\sqrt{89}}\hat{i}+0\hat{j}+\frac{8}{\sqrt{89}}\hat{k}$, b) $\hat{c} = \frac{1}{\sqrt{401}}\hat{i}+\frac{16}{\sqrt{401}}\hat{j}-\frac{12}{\sqrt{401}}\hat{k}$,

c) $\hat{c} = \frac{19}{\sqrt{2553}}\hat{i}-\frac{16}{\sqrt{2553}}\hat{j}+\frac{44}{\sqrt{2553}}\hat{k}$,

d) $\hat{c} = \frac{3}{\sqrt{2057}}\hat{i}-\frac{32}{\sqrt{2057}}\hat{j}+\frac{32}{\sqrt{2057}}\hat{k}$,

7.- Si $\vec{U} = \hat{i}+2\hat{j}$, $\vec{V} = -2\hat{i}-\hat{j}$ & $\vec{W} = -4\hat{j}$. Determina el vector $\vec{Z}$ y grafícalo en cada uno de los siguientes casos:

a) $\vec{Z} = \vec{U} + 2\vec{U} - \vec{W}$, b) $\vec{Z} = \vec{U} - \vec{W}/6$ y

c) $2\vec{Z} - \vec{U} + 2\vec{V} - \vec{W} = \vec{0}$.

8.- Aplicando consideraciones vectoriales, represente los puntos siguientes en R^3 y determine la distancia entre ellos:

a) A (4. -6, 5), B (-3, -3, -2).

b) C (5, -5, 9), D (3, -4, -3).

c) E (7, 8, 11), F (-8, -3, -8).

9.- Dados los vectores $\vec{a} = 2\hat{i}-4\hat{j}+6\hat{k}$, $\vec{b} = -\hat{i}+5\hat{j}+9\hat{k}$ y $\vec{c} = 8\hat{i}-2\hat{j}-7\hat{k}$. Determina el escalar indicado:

(a) $\vec{a}\cdot\vec{b}$, (b) $\vec{b}\cdot\vec{a}$, (c) $\vec{c}\cdot\vec{b}$, d) $(3\vec{a})\cdot\vec{b}$, e) $\vec{a}\cdot(\vec{a}+\vec{b}+\vec{c})$,

f) $(-3\vec{b})\cdot(2\vec{a})$ y g) $\frac{1}{2}\vec{a}\cdot(2\vec{c}-3\vec{b})$.

R: a) $\vec{a}\cdot\vec{b} = 32$, b) $\vec{b}\cdot\vec{a} = 32$, c) $\vec{c}\cdot\vec{b} = -81$, d) $(3\vec{a})\cdot\vec{b} = 96$,

e) $\vec{a}\cdot(\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}) = 70$, f) $(-3\vec{b})\cdot(2\vec{a}) = -432$ y

g) $\frac{1}{2}\vec{a}\cdot(2\vec{c}-3\vec{b}) = -66$.

10.- Verifica si los siguientes vectores son unitarios y mutuamente perpendiculares entre sí:

$\vec{A} = -\frac{2}{3}\hat{i}+\frac{2}{3}\hat{j}+\frac{1}{3}\hat{k}$, $\vec{B} = \frac{1}{3}\hat{i}+\frac{2}{3}\hat{j}+\frac{2}{3}\hat{k}$ y

$\vec{C} = \frac{2}{3}\hat{i}+\frac{1}{3}\hat{j}-\frac{2}{3}\hat{k}$.

11.- Dos lados de un triángulo son los vectores $\vec{A} = -5\hat{i}+8\hat{j}+6\hat{k}$ y $\vec{B} = 2\hat{i}-\hat{j}+3\hat{k}$.

Halla: (a) su perímetro (b) sus ángulos internos.

12.- Dados $\vec{A} = 2\hat{i}+3\hat{j}+5\hat{k}$ y $\vec{B} = \hat{i}-3\hat{j}+6\hat{k}$, halla:

a) $\vec{A}\times\vec{B}$, b) $\vec{B}\times\vec{A}$ y c) $(\vec{A}+\vec{B})\times(\vec{A}-\vec{B})$.

13.- Sabiendo que los vectores: $\hat{r}_1$ y $\hat{r}_2$ son vectores unitarios contenidos en el plano xy & forman ángulos: α y β con el semieje x positivo. Con $\hat{r}_1 = \cos\alpha\,\hat{i} + \operatorname{sen}\alpha\,\hat{j}$ y $\hat{r}_2 = \cos\beta\,\hat{i} - \operatorname{sen}\beta\,\hat{j}$, mediante la aplicación del producto punto entre los vectores, muestra que: $\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \operatorname{sen}\alpha\operatorname{sen}\beta.$

14.- Producto cruz en la mecánica. Si se aplica una fuerza $\vec{F} = 2\text{ N}\,\hat{i} + 3\text{ N}\,\hat{j}$ sobre un objeto que puede girar alrededor de un eje fijo alineado sobre el eje de *z*, en el punto $\vec{r} = 4\text{ m}\,\hat{i} + 5\text{ m}\,\hat{j} + 0\text{ m}\hat{k}$, calcular el momento de torsión $\vec{\tau}$. (Realiza el análisis de unidades correspondiente, si $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$).
R: $\vec{\tau} = 2\text{ N}\cdot\text{m}\,\hat{k}$.

15.- Producto cruz en la mecánica. Un cuerpo rígido irregular, tiene su centro de giro fijo en el origen de un sistema de referencia. Si se le aplican las siguientes fuerzas en las posiciones indicadas, determine la torca neta que experimenta: (Realiza el análisis de unidades correspondiente).

$\vec{F}_1 = (5\,\hat{i} - 3\,\hat{j} + 6\,\hat{k})$ N, $\qquad \vec{r}_1 = (40\,\hat{i} + 50\,\hat{j} - \hat{k})$ cm.

$\vec{F}_2 = (-7\,\hat{i} + 3\,\hat{j} + 8\,\hat{k})$ N, $\qquad \vec{r}_2 = (-80\,\hat{i} + 35\,\hat{j} - 10\,\hat{k})$ cm.

$\vec{F}_3 = (-4\,\hat{i} + 3\,\hat{k})$ N $\qquad \vec{r}_3 = (-5\,\hat{i} + 35\,\hat{j})$ cm.

R: $\Sigma\vec{\tau} = 7.12\text{ N}\cdot\text{m}\,\hat{i} + 4.8\text{ N}\cdot\text{m}\,\hat{j} - 2.25\text{ N}\cdot\text{m}\,\hat{k}$.

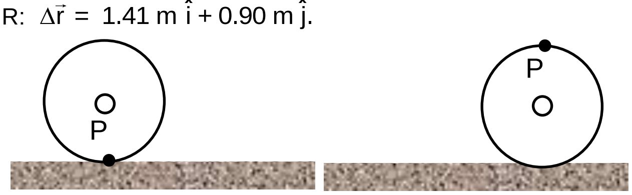
I.2 VECTOR DE POSICIÓN, DESPLAZAMIENTO, DISTANCIA, VELOCIDAD MEDIA, RAPIDEZ, RAPIDEZ MEDIA ACELERACIÓN MEDIA Y FUNCIONES VECTORIALES DE POSICIÓN, VELOCIDAD INSTANTÁNEA Y ACELERACIÓN INSTANTÁNEA. APLICACIONES.

1.- En una pista circular de 50 m de radio, una persona recorre la mitad de la pista en sentido antihorario, en 3 min. a) ¿Cuál es su desplazamiento? Establezca su sistema de referencia y use notación de vectores unitarios. b) ¿Qué distancia recorrió la persona en la trayectoria semi circular y cuál es la magnitud del desplazamiento calculado en el inciso a)? c) ¿cuál fue su velocidad media? d) ¿Con qué rapidez se movió en el trayecto y cuál es el valor de la magnitud de la velocidad media calculada en el inciso c)?

a) $\Delta\vec{r} = -100\text{ m}\,\hat{i}$, b) d = 157.08 m, Δr = 100 m

c) $\vec{v} = -0.56\text{ m/s}\,\hat{i}$, d) v = 0.87 m/s, v = 0.56 m/s.

2.- Un cilindro con un radio de 45 cm rueda sobre el piso horizontal sin deslizarse como se aprecia en la figura, P es un punto pintado en el borde del cilindro. En t_1, P se encuentra en el punto de contacto entre el cilindro y el piso. En el momento posterior t_2, la rueda ha rodado media revolución. ¿Cuánto se desplaza P durante el intervalo?
R: $\Delta\vec{r} = 1.41\text{ m}\,\hat{i} + 0.90\text{ m}\,\hat{j}$.



En el tiempo t_1 $\qquad$ En el tiempo t_2

3.- Usted tiene antojo y decide visitar la tienda de autoservicio. Sale de su departamento, baja 12 pisos en elevador, cada piso tiene 3.20 m de altura y camina 12 m al este hacia la salida del edificio. Luego camina 0.3 km al norte. Da vuelta al este y camina 0.15 km hasta la entrada de la tienda.
a) Determine el desplazamiento entre su departamento y la entrada de la tienda. Use notación de vectores unitarios en su respuesta dejando bien claro qué sistema de referencia escogió.
b) ¿Qué distancia recorrió por el camino que siguió de su departamento a la tienda y qué magnitud tiene el desplazamiento que calculó en el inciso a)?

4.- Un protón inicialmente tiene $\vec{v} = 4\,\hat{i} - 2\,\hat{j} + 3\,\hat{k}$ y luego, 4 s después, $\vec{v} = -2\,\hat{i} - 2\,\hat{j} + 5\,\hat{k}$ (en metros por segundo). Para esos 4 segundos. Determine: a) La aceleración media del protón en notación de vector unitario. b) Como una magnitud y una dirección.

R: a) $\vec{a} = -\frac{3}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\,\hat{i} + \frac{1}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\,\hat{k}$ b) $\vec{a} = \sqrt{\frac{5}{2}}\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\left(-\frac{3}{2}\sqrt{\frac{2}{5}}\,\hat{i} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2}{5}}\,\hat{j}\right)$

I.2.1. Derivación e integración de funciones vectoriales, en una dos y tres dimensiones:

1.- Un ingeniero crea una animación en la que un punto en la pantalla de su computadora tiene posición

$$\vec{r} = \left[6\text{ cm} + (4.5\text{ cm/s}^2)\,t^2\right]\hat{i} + (10\text{ cm/s})\,t\,\hat{j}.$$

a) Determine la magnitud y dirección de la velocidad media del punto entre t = 0 y t = 4 s. b) Determine la magnitud y dirección de la velocidad instantánea en t = 0, en t = 3 s y t = 5 s. c) Dibuje la trayectoria del punto de t = 0 a t = 5 s y muestre las velocidades calculadas en el inciso (b). R: a) v = 20.59 cm/s a 29°, b) v (0) = 10 cm/s a 90°, v (3s) = 28.73 cm/s a 20° 19’, v(5s) = 46.1 cm/s a 12° 31’.

2.- Un vehículo puede desplazarse a través de una trayectoria horizontal, cuyo movimiento está dado por la integral $\int \vec{a}\,dt$, en cada inciso determine lo que indique: a) La velocidad y posición finales del vehiculo al cabo de 10 s, si $\vec{v}_0 = \vec{0}$ y $\vec{r}_0 = \vec{0}$. Si la aceleración se considera constante y es $\vec{a} = 5\text{ m/s}^2\,\hat{i}$. b) La velocidad final y posición del vehiculo al cabo de 20 s, si $\vec{v}_0 = 10\text{ m/s}\,\hat{i}$ si la aceleración se considera constante y es $\vec{a} = 5\text{ m/s}^2\,\hat{i}$. c) La aceleración, si ésta se considera constante, para el movimiento del vehículo, si su posición inicial y final son: $\vec{r}_0 = \vec{0}$ y $\vec{r}_0 = 50\text{ m}\,\hat{i}$, así como su velocidad inicial es $\vec{v}_0 = \vec{0}$. Para un teimpo de 15 s.

3.- Un objeto se lanza desde el nivel del suelo en forma vertical, su movmiento está dado por la integral $\hat{j}\int -g\,dt$, en donde g es la magnitud de la aceleración de la gravedad; considerándo g = 9.8 m/s^2. En cada inciso determine lo que se indica: a) La velocidad y posición finales del objeto, primero a 20 s y posteriormente a 40 s, si su $\vec{v}_0 = 100\text{ m/s}\,\hat{j}$. b) El tiempo que tarda en llegar al punto más alto. c) El tiempo y la velocidad cuando $\vec{r} = 30\text{ m}\,\hat{j}$.

4.- La posición de una partícula que se mueve a lo largo del eje *x* está dada por $x = 3.0t^2 - 2.0t^3$, en donde x está en metros y t en segundos. ¿Cuál es la posición de la partícula cuando alcanza su velocidad máxima en el sentido positivo de *x*? R: x = 0.5 m.

5.- La posición de un cuerpo que oscila sobre un muelle viene dada por x = A sen ωt, en donde A y ω son constantes de valores A = 5 cm y ω = 0.175 s^{-1}. (a) Graficar x en función de t para 0 ≤ t ≤ 36 s. Medir la pendiente del gráfico en t = 0 para determinar la magnitud de la velocidad en ese instante. (c) Calcular la velocidad media para una serie de intervalos que comienzan en t = 0 y terminan en 6, 3, 2, 1, 0.5 0.25 s. (d) calcular dx/dt y determinar la velocidad en el instante t= 0. Comparar los resultados con los apartados (b) y (c).

6.- Dos ciclistas A y B se mueven en la misma dirección y sentido con rapidez constante. El ciclista A se mueve a 40 km/h y B a 30 km/h. Si están separados inicialmente por 20 kilómetros y pasan al mismo tiempo por los puntos de separación. Calcular: a) La distancia que tiene que recorrer A desde el punto de partida para alcanzar a B. b) El tiempo necesario para alcanzarlo.

7.- Un coche lleva una rapidez contante de 25 m/s en una zona escolar. Una patrulla que se encuentra estacionada arranca tras el infractor acelerando de manera constante a 5 m/s^2 suponer que la patrulla avanza inicialmente a la par del auto. (a) ¿Cuánto tiempo tarda la patrulla en alcanzar al vehículo infractor? (b) ¿Qué velocidad lleva la patrulla cuando le alcanza? R: (a) t = 10 s y (b) $\vec{v} = 50\ m/s\ \hat{i}$.

8.- Un cohete se lanza verticalmente hacia arriba con una aceleración de 20 m/s^2. Al cabo de 25 s el combustible se agota y el cohete continúa como una partícula libre, hasta llegar al suelo. Calcular: a) el punto más alto que alcanza el cohete. b) el tiempo total que el cohete está en el aire. c) la velocidad del cohete justo antes de chocar con el suelo.
R: a) y = 19 005.1 m, b) t = 138.3 s y c) $\vec{v} = -609.65\ m/s\ \hat{j}$.

9- Un cañon de juguete dispara un pequeño proyectil, con una velocidad de 10 m/s a 30° por encima de la hórizontal, suponiendo que el proyectil se libera del cañon desde el suelo y sabiendo que la función vectorial de la posición para la trayectiria del proyectil es $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{g}t^2$, Determine:

a) El tiempo que tarda el proyectil en chocar con el suelo. b) El alcance. c) La velocidad del proyectil en el instante en que choca con el suelo. d) la rapidez del proyectil en el mismo instante de c).

10.- Un avión con rapidez de 300 km/h, vuela en picada a un ángulo de 40° debajo de la horizontal, de éste se suelta un paquete y la distancia horizontal entre el punto de lanzamiento y aquel donde el paquete cae a tierra es de 600 m, (a) ¿cuánto tiempo está el paquete en el aire antes de impactarse con el suelo? (b) ¿a qué altura estaba el avión en el instante en que el piloto soltó el paquete?
R: (a) t = 9.4 s y (b) y_0 = 936.45 m.

11.- Realiza las conversiones que a continuación se indican: (a) 15 revoluciones a grados sexagesimales y a radianes. (b) 203.40° a revoluciones y radianes. (c) 126 radianes a grados sexagesimales y revoluciones.

12.- Una animación por computadora describe el movimiento de una bola de acero sujeta a una cadena. Un personaje la hace girar de manera horizontal con una rapidez angular de 15 rad/s y un radio de 0.07 m, si la trayectoria se ajusta a la siguiente función vectorial para la posición: $\vec{r}(t) = r\ \cos\omega t\ \hat{i} + r\ \text{sen}\omega t\ \hat{j}$. a) Considerando los datos anteriores, determine la posición de la bola para los siguientes tiempos y grafique la trayectoria de la bola. t = 0s, t = 0.03 s, t = 0.06 s, t = 0.09 s, t = 0.12 s, t = 0.15 s, t = 0.18 s, t = 0.24 s, t = 0.27 s, t = 0.30 s, t = 0.36 s, t = 0.39 s y t = 0.42 s. b) Determine la velocidad y aceleracón en: . t = 0s, t = 0.06 s, t = 0.15 s, t = 0.24 s, t = 0.30 s y represéntalos geométricamente en la grafica anterior en donde corresponda a cada vector.

13.- Una partícula se mueve en un círculo con velocidad
$$\vec{v} = -(10\ \frac{m}{s})\left\{\text{sen}\left[(4.5\ \frac{rad}{s})t\right]\hat{i} + \cos\left[(4.5\ \frac{rad}{s})t\right]\hat{j}\right\}$$
Deduzca las funciones de posición y aceleración.

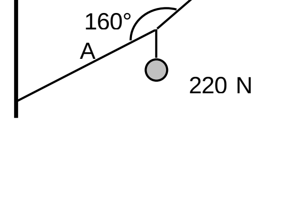
14.- Sea $\vec{r}(t) = r\cos(\omega t + \phi)\,\hat{i} + r\ \text{sen}(\omega t + \phi)\,\hat{j}$, la función vectorial de la posición de una partícula con respecto al tiempo. Suponer que la partícula gira a un radio de 8 m, tiene una rapidez angular de 23 rad/s y que en t=0 se encuentra en (0,8) m, determine en t = 1 y t = 2 s: a) La constante de fase. b) Las posiciones de le partícula y realice su representación geométrica. c) Las velocidades tangenciales de la partícula y realice su representación geométrica d) Las aceleraciones centripetas de le partícula y realice su representación geométrica

15.- Sea $\vec{r}(t) = r\cos(\omega t + \phi)\,\hat{i} + r\ \text{sen}(\omega t + \phi)\,\hat{j}$, la función vectorial de la posición de una partícula con respecto al tiempo. Si la partícula tiene un radio de giro igual 20 cm, gira a 1400 rpm y si en t=0 se encuentra en (-20,0) cm, determine: a) La constante de fase. b) La posición de la partícula en t = 3 s y realice su representación geométrica. c) La velocidad tangencial y aceleración centrípeta de la partícula en el mismo tiempo y realice su representación geométrica

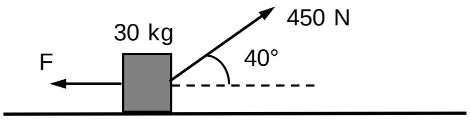
I.3 LEYES DEL MOVIMENTO DE NEWTON: PRIMERA LEY O LEY DE LA INERCIA, SEGUNDA LEY Y TERCERA LEY. APLICACIONES.

I.3.1 Leyes de Newton: primera, segunda y tercera.

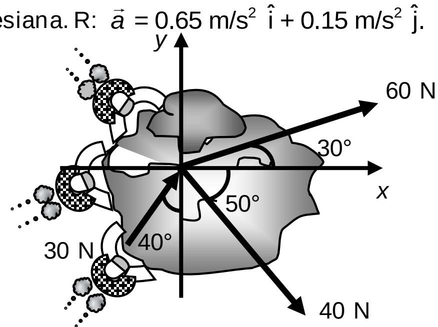
1.- Considere el peso suspendido por medio de los cables como se muestra en la figura. Determine las tensiones que experimentan los cables A y B.
R: T_A = 492.75 N, T_B = 604.45 N.



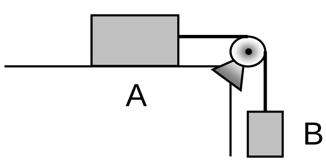
2.- Un bloque se mueve con rapidez constante de 8 m/s en línea recta sobre una superficie horizontal sin rozamiento, como se demuestra en la figura. Determine: a) La magnitud de la fuerza horizontal a la izquierda para que se mueva en la forma indicada. b) La distancia que recorre en 20 s.
R: a) F = 344.72 N y b) d = 160 m.



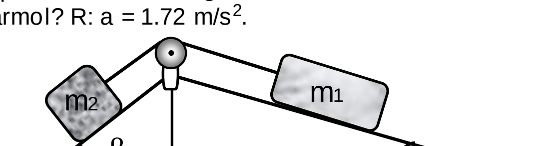
3.- Tres astronautas impulsados por mochilas a chorro, empujan y guían un asteroide de 150 kg hacia un muelle de procesamiento, ejerciendo las fuerzas que se muestran en la figura. Determina la aceleración del asteroide, en notación cartesiana. R: $\vec{a}$ = 0.65 m/s^2 $\hat{i}$ + 0.15 m/s^2 $\hat{j}$.



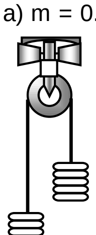
4.- En la figura el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la mesa es de 0.2, la masa del cuerpo A es de 25 kg y el del cuerpo B es de 15 kg. ¿Qué distancia recorrerá el bloque B en los primeros 3 s después de que el sistema se suelta? R: d = 11.025 m.



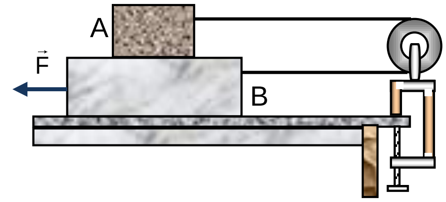
5.- Un bloque de mármol de masa m_1 = 567.1 kg y un bloque de granito de masa m_2 = 266.4 kg se conectan entre sí mediante una cuerda que pasa por una polea, como se muestra en la figura. Ambos bloques están sobre planos inclinados, cuyos ángulos son α = 39.3° y θ = 53.2°. Ambos bloques se mueven sin fricción, y la cuerda se desliza sobre la polea sin fricción. ¿Cuál es la aceleración del bloque de mármol? R: a = 1.72 m/s^2.



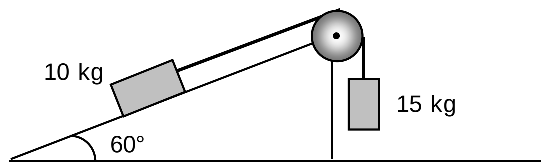
6.- Las masas colocadas a cada lado de la máquina de Atwood son una pila de cinco arandelas, cada una de masa m, como se muestra en la figura. La tensión de la cuerda es T_0. Si se quita una arandela del lado izquierdo, las restantes arandelas aceleran y la tensión disminuye a 0.3 N. (a) ¿Qué valor tiene m? (b) Calcular la nueva tensión y la aceleración de cada masa cuando se quita una segunda arandela del lado izquierdo. R: a) m = 0.0551 kg, b) T = 2.025 N, a = 2.45 m/s^2.



7.- El bloque A en la figura tiene un peso de 2.4 N, y B, 4.4 N. El coeficiente de fricción cinética entre todas las superficies es 0.2. Determine la magnitud de la fuerza $\vec{F}$ necesaria para arrastrar a B a la izquierda con rapidez constante si A y B están conectados por un cordel flexible que pasa por una polea fija sin fricción. R: F = 2.32 N.



8.- Para el sistema mostrado en la figura determine la magnitud aceleración del sistema y la magnitud de la tensión en la cuerda, si el coeficiente de rozamiento μ_k = 0.4:
R: a = 1.7 m/s^2 y T = 121.48 N.



9.- La posición de una aeronave de 2.5 X 10^5 N que se está probando está dada por:
$\vec{r}$ = (0.08 m/s^2)t^2 $\hat{i}$ + (6.3 m/s)t $\hat{j}$ - (0.03 m/s^3)t^3 $\hat{k}$.
Determine la fuerza neta sobre la aeronave en t = 5 s.
R: $\vec{F}$ = 4.1 X 10^3 N $\hat{i}$ - 23 X 10^3 N k.

10.- Un objeto con masa m se mueve sobre el eje x. Su posición en función del tiempo está dada por x(t) = At - Bt^3, donde A y B son constantes. Calcule la fuerza neta como función del tiempo. R: Fx(t) = - 6 mBt.

11.- Un objeto con masa m = 0.8 kg está inicialmente en reposo, si se le aplica una fuerza:
$\vec{F}$ = 5.0 N $\hat{i}$ - (4.0 N/s^3)t^3 $\hat{j}$ + (6.0 N / s^2)t^2 $\hat{k}$.
Calcule la velocidad $\vec{v}$(t) del objeto como función del tiempo.
R: $\vec{v}$(t) = (6.25 m/s^2)t $\hat{i}$ - (1.25 m/s^5)t^4$\hat{j}$ + (2.5 m / s^4)t^3$\hat{k}$.

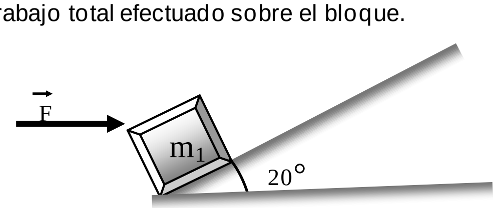
I.4 TRABAJO, ENERGÍA Y TEOREMA DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA.

I.4.1 Trabajo (fuerzas constantes en trayectoria rectilínea).

I.4.2 Trabajo (fuerzas variables en trayectoria recta).

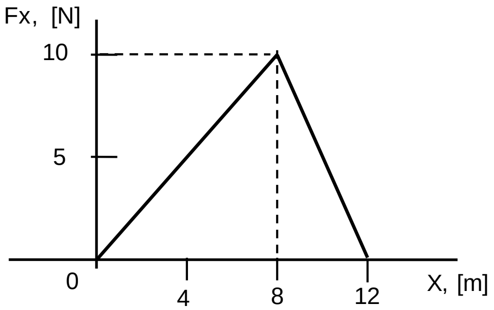
I.4.3 Trabajo (fuerzas variables y fuerzas constantes en trayectorias curvas).

1.- Un bloque de 10 kg se encuentra bajo la acción de una fuerza constante de 90 N a lo largo de un recorrido rectilíneo de 10 m (sin rozamiento) sobre el plano inclinado. Determine. (a) El trabajo efectuado por cada una de las fuerzas (b) El trabajo total efectuado sobre el bloque.



2.- Una vaca terca trata de salirse del establo mientras usted la empuja cada vez con más fuerza para impedirlo. En coordenadas cuyo origen es la puerta del establo, la vaca camina de x = 0 a x = 6.9 m mientras usted aplica una fuerza componente x Fx = - [20 N + (3N/m)x]. ¿Cuánto trabajo efectúa sobre la vaca la fuerza que usted aplica durante ese desplazamiento? R: W = -209.42 J.

3.- Una niña aplica una fuerza **F** paralela al eje x a un trineo de 10 kg que se mueve sobre la superficie congelada de un estanque. La niña controla la rapidez del trineo, y la componente x de la fuerza que aplica varía con la coordenada x del objeto como se muestra en la figura. Calcule el trabajo efectuado por **F** cuando el trineo se mueve: a) de x = 0 a x = 8.0 m. b) de x = 8.00 m a x = 12.0 m. c) de x = 0 a x = 12.0 m. R: a) 40 J, b) 20 J y c) 60 J.



4.- Una fuerza de 160 N estira un resorte 0.050 m más allá de su longitud no estirada (a) ¿Qué intensidad de fuerza se requiere para un estiramiento de 0.015 m? ¿Para una compresión de 0.020 m respecto a la longitud no estirada? (b) ¿Cuánto trabajo debe efectuarse en los dos casos de la parte (a)?
R: a) F = 48 N y F = 64 N, b) W = 0.36 J y W = 0.64 J.

5.- Un resorte tiene una constante de fuerza de 150 N/cm. a) ¿Cuánto trabajo? se necesita para extenderlo 7.60 mm respecto a su posición relajada. b) ¿Cuánto trabajo? se requiere para extenderlo otros 7.60 mm?
R: a) 0.433 J, b) 1.3 J.

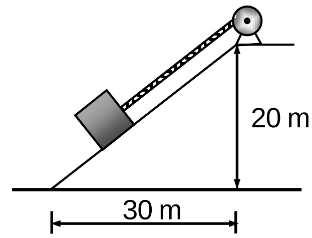
6.- Batman cuya masa es de 80 kg, está colgado en el extremo libre de una soga de 12 m, el otro extremo está fijo de la rama de un árbol arriba de él. Al flexionar repetidamente la cintura, hace que se ponga en movimiento, y eventualmente la hace balancear lo suficiente para que pueda llegar a una repisa cuando la soga forma un ángulo de 60° con la vertical. ¿Cuánto trabajo invirtió la fuerza gravitacional sobre Batman en esta maniobra?
Utilice $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{\ell}$.

I.4.4 Potencia.

1.- Un cuerpo de 5 kg es elevado por una fuerza igual al peso del cuerpo. El cuerpo se mueve verticalmente hacia arriba con velocidad constante de 2 m/s. (a) ¿Cuál es la potencia de la fuerza? (b) ¿cuánto trabajo realiza la fuerza en 4 s? R: a) P = 98 W, b) W = 392 J.

2.- Un carro de montaña rusa, con todo y sus ocupantes tiene un peso de 8 000 N, es remolcado hacia arriba por una vía inclinada de 40° sobre la horizontal. Si recorre 20 m y el coeficiente de fricción cinético entre la vía y el carro es de 0.02. Determine la potencia del motor si debe realizar el recorrido en 4 s. R: P = 26 324.34

3.- Un malacate que funciona por medio de energía eléctrica (ver figura), arrastra una caja de 2.0 kg pendiente arriba con una rapidez constante de 3.0 m/s. El coeficiente de fricción cinética entre la caja y la superficie es de 0.3. ¿Cuánta potencia debe suministrar el malacate? R: 47.3 W.



4.- Determinar la potencia suministrada por la fuerza que actúa sobre una partícula en movimiento, en los casos:
a) $\vec{F} = 4\ N\ \hat{i} + 3\ N\ \hat{k}$, $\vec{v} = 6\ m/s\ \hat{i}$.
b) $\vec{F} = 6\ N\ \hat{i} - 5\ N\ \hat{j}$, $\vec{v} = -5\ m/s\ \hat{i}$.
c) $\vec{F} = 3\ N\ \hat{i} - 6\ N\ \hat{j}$, $\vec{v} = 2\ m/s\ \hat{i} + 3\ m/s\ \hat{j}$.
R: a) P = 24 W, b) P = -30 W y c) P = -12 W.

I.4.5 Teorema "trabajo y energía cinética".

1.- Un bloque de 2 kg está unido a un resorte cuya constante de fuerza es 500 N/m, el bloque se jala 5 cm hacia la derecha, estirando al resorte desde su posición de equilibrio y se suelta. Hallar la rapidez del bloque cuando pasa por la posición de equilibrio s: a) La superficie que es horizontal no presenta rozamiento. b) Si el coeficiente rozamiento entre la superficie y el bloque es de 0.350.

2.- Se proporciona un impulso a un carro avalancha de masa m que se encuentra sobre un estanque helado. El impulso le imprime una rapidez inicial de 2.00 m/s. El coeficiente de rozamiento cinético entre el trineo y el hielo es de 0.10. Utilizando la aproximación energética, calcular la distancia que recorre el trineo antes de detenerse.

3.- Un martinete de 2 100 kg se usa para enterrar una viga **I** de acero en la tierra. El martinete cae 5.00 m antes de quedar en contacto con la parte superior de la viga. Después clava la viga 12.0 cm más en el suelo mientras llega al reposo. Aplicando consideraciones de energía. Calcule la fuerza promedio que la viga ejerce sobre el martinete mientras éste llega al reposo.
R: F = 870 080 N, vertical hacia arriba.

4.- Un auto de 1 000 kg tiene una velocidad inicial $\vec{v}_0$ = 20 m/s i - 12 m/s $\hat{j}$. (a) ¿Cuál su energía cinética? en dicho instante. (b) Halla el trabajo total realizado sobre el objeto si su velocidad cambia a $\vec{v} = 35\ m/s\ \hat{i} + 50\ m/s\ \hat{j}$.

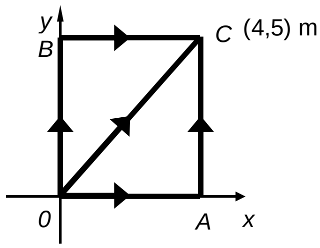
I.4.6 Energía potencial gravitacional y la descripción de fuerzas conservativas y no conservativas. Función de la energía potencial gravitacional y energía potencial elástica.

I.4.7 Teorema de conservación de la energía mecánica (fuerzas conservativas).

1.- (a) Suponer que una fuerza constante actúa sobre un cuerpo. La fuerza no varía en el tiempo, ni con su posición ni con la velocidad del cuerpo. Partiendo de la definición general del trabajo realizado por una fuerza

$$W=\int_i^f \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

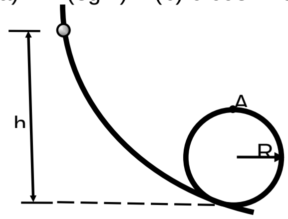
Si $\vec{F}=(4\hat{i}+6\hat{j})$ N actúa sobre un cuerpo que se mueve desde 0 hasta C. Calcular el trabajo realizado por $\vec{F}$ si el cuerpo se mueve a lo largo de los tres caminos mostrados en la figura, es decir: *0AC*, *0BC* y *0C*. Explica tu conclusión en base a la solución.



2.- Una fuerza actúa sobre un cuerpo que se mueve en el plano *xy* está dada por la expresión $\vec{F}=(3y\hat{i}+x^2\hat{j})$ N, donde *x* y *y* se expresan en metros. El cuerpo se mueve desde el origen hasta un punto de coordenadas (4,5) m, como se muestra en la figura del problema 1. Calcular el trabajo realizado por $\vec{F}$ si el cuerpo se mueve a lo largo de los tres caminos mostrados en la figura, es decir: *0AC*, *0BC* y *0C*. Explica tu conclusión en base a la solución.

3.- Un carro de montaña rusa de 1 000 kg inicialmente esta en lo alto de un bucle en el punto A. Luego se mueve 135 pies a un ángulo de 40° bajo la horizontal, hacia un punto inferior B. a) Elija el carro en el punto B como configuración cero para energía potencial gravitacional del sistema montaña rusa Tierra. Hallar la energía potencial del sistema, cuando el carro está en los puntos A y B, así como el cambio en la energía potencial conforme el carro se mueve. b) repita el inciso a) pero haga la configuración cero con el carro en el punto A.
R: a) U_A = 259 204.36 J, U_B = 0 J, b) U_A = 0,
U_B = -259 204.36 J.

4.- Una cuenta de collar se desliza sobre un cable sin rozamiento que forma un bucle como el mostrado en la figura. La cuenta se suelta desde una altura h = 3.5 R.
a) ¿Cuál es su rapidez en el punto A?
b) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza normal? ejercida sobre ella en el punto A, si su masa es de 5.00 g.
R: (a) v = $(3gR)^{1/2}$ (b) 0.098 N descendente.



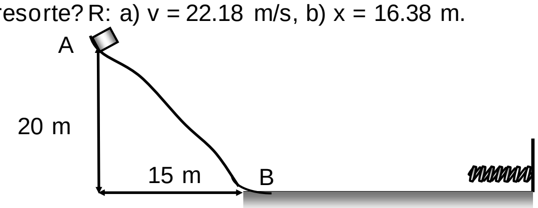
5.- Un bloque de 4 kg se pone contra un resorte en un plano inclinado sin fricción de 33º con la horizontal. (El bloque no está unido al resorte). El resorte cuya constante de resorte es de 22.4 N/cm se comprime 20 cm y luego se suelta: a) ¿Cuál es la energía potencial elástica del resorte comprimido U_e? b) ¿Cuál es el cambio en la energía potencial gravitacional del sistema? formado por el bloque y la Tierra cuando el primero se mueve desde el punto en que se suelta, hasta el punto más alto al que llega del plano inclinado. c) ¿Qué distancia recorre el bloque sobre el plano inclinado, desde el punto en que se deja en libertad al punto más alto al que llega? R: a) U = 44.8 J. b) ΔU = 44.8 J. c) d = 2.09 m.

6.- Un péndulo de longitud L con una lenteja de masa m se mueve lateralmente hasta que la lenteja se encuentra a una distancia de L/4 por encima de la posición de equilibrio. La lenteja se deja entonces en libertad. Determinar la rapidez de la lenteja cuando pasa por la posición de equilibrio.
R: v = $\sqrt{gL/2}$.

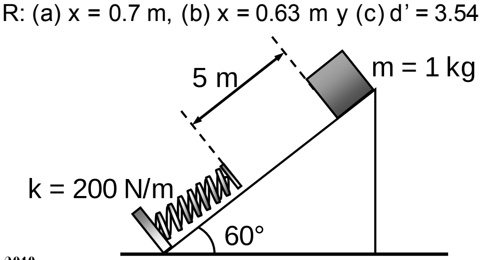
I.4.8 Energía mecánica (fuerzas conservativas y no conservativas).

1- Una masa de 1 kg se fija a un resorte con k = 100.0 N/m se pone a oscilar sobre una mesa horizontal sin rozamiento, con una amplitud (compresión máxima ajustada al resorte) de 50.0 cm. Cuando la masa está a 25.0 cm de la posición de equilibrio, determine (a) su energía mecánica total; (b) La energía potencial del sistema y la energía cinetica de la masa; (c) la energía cinética de la masa cuando está en la posición de equilibrio. (d) Suponga que había fricción entre la mesa y el bloque, de modo que la amplitud se reduce a la mitad después de cierto tiempo. ¿Por qué factor ha cambiado la energía cinética máxima de la masa? y ¿Por qué factor ha cambiado la energía potencial máxima?

2.- Una piedra de 15 kg baja deslizándose por una colina nevada como se muestra en la figura. Si parte del punto A con una rapidez de 10.0 m/s y no hay fricción en la colina entre los puntos A y B, pero sí en el terreno plano, la base entre B y la pared. Después de entrar en la región áspera la piedra recorre 100 m y choca con un resorte muy largo y ligero cuya constante de fuerza es de 2.00 N/m, si los coeficientes de fricción cinética y estática entre la piedra y el suelo horizontal son de 0.20 y 0.80, respectivamente. a) ¿Qué rapidez tiene la piedra al llegar al punto B? b) ¿Qué distancia comprimirá la piedra al resorte? c) ¿La piedra se moverá otra vez después de haber sido detenida por el resorte? R: a) v = 22.18 m/s, b) x = 16.38 m.



3.- Un bloque de 1 kg se suelta sobre un plano inclinado deslizándose hacia abajo a una distancia de 5 m de un muelle de constante de fuerza k = 200 N/m. El muelle está fijo a lo largo del plano inclinado, que forma un ángulo de 60° como se muestra en la figura. (a) Si no hay rozamiento entre el bloque y la superficie, hallar la compresión máxima del muelle, admitiendo que carece de masa. (b) Si el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie es de 0.3, hallar la compresión máxima. (c) En el plano del apartado (b), ¿hasta qué punto subirá el bloque por el plano después de abandonar el muelle?
R: (a) x = 0.7 m, (b) x = 0.63 m y (c) d' = 3.54 m.



UNIDAD TEMÁTICA II: PRICIPIOS DE LA ELECTROSTÀTICA.

II.2 LEY DE COULOMB.

II.2.1 Fuerza electrostática entre dos cargas puntuales. Ley del inverso al cuadrado.

II.2.2 Fuerza electrostática en sistemas de cargas puntuales (Principio de superposición)

1.- Una partícula (carga = +19.0 μC) está situada sobre el eje *x* en *x* = -10.0 cm y una segunda partícula (carga = -57.0 μC) está ubicada sobre el eje *x* en *x* = +20.0 cm, ¿cuál es la magnitud de la fuerza electrostática total sobre una tercera partícula (carga = −3.80 μC) colocada en el origen (*x* = 0)?

2.- ¿Qué exceso de electrones ha de colocarse sobre cada una de dos pequeñas esferas idénticas y separadas 3 cm, si la fuerza de repulsión entre ellas ha de ser 10^{-19} N?
R: N = 625 electrones.

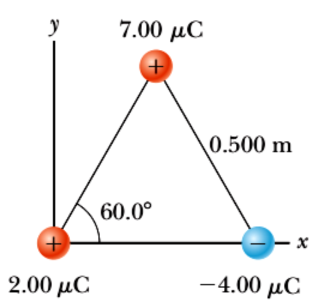
3.- Dos pequeños objetos, A y B, están fijos en un sitio y separados por una distancia de 2 cm. El objeto A tiene una carga de +1.00 μC y el objeto B, una de -1.00 μC. ¿Cuántos electrones es necesario retirar de A y colocar en B a fin de que la fuerza eléctrica entre ellos sea de atracción con una magnitud de 45 N? R: N = 2.56 X 10^{12} electrones.

4.- Cuatro cargas puntuales se localizan de la siguiente manera: q_1 = - 8 nC en (-3,5) m, q_2 = 4 nC en (6,4) m, q_3 = 7 nC en (-3,-5) m y q_4 = -2 nC en (3,-2) m. Calcule la fuerza neta sobre: a) q_1 y b) q_3.
R: a) $\vec{F}_1 = 2.39\times10^{-9}$ N $\hat{i}$ - 4.13×10^{-9} N $\hat{j}$.
y b) $\vec{F}_3 = 1.4\times10^{-9}$ N $\hat{i}$ - 5.2×10^{-9} N $\hat{j}$

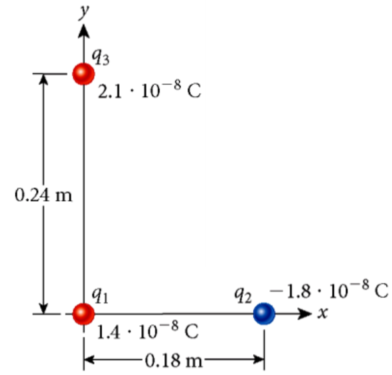
5.- Tres cargas puntuales están distribuidas como se indica: q_1 = 9 μC en (-2,-4,6) m, q_2 = -6 μC en (4,-5,3) m y q_3 = -3 μC en (6,3,-5) m. Determine la fuerza neta que experimenta: a) q_1 y b) q_2. R: a) $\vec{F}_1$= 9.89 mN $\hat{i}$ - 1.1 mN $\hat{j}$ - 5.42 mN $\hat{k}$. y
b) $\vec{F}_2$= -9.56 mN $\hat{i}$ + 0.71 mN $\hat{j}$ + 5.53 mN $\hat{k}$.

6.- En cloruro de sodio gaseoso (sal de mesa), los iones del cloro tienen un electrón más que su número de protones, y los iones de sodio tienen un protón más que su número de electrones. La separación entre estos iones es de aproximadamente 0.24 nm. Suponga que un electrón está a 0.48 nm por arriba del punto medio de la molécula de cloruro de sodio. ¿Cuáles son la magnitud y dirección de la fuerza electrostática que la molécula ejerce sobre el electrón?

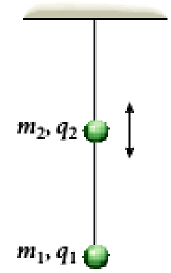
7.- Tres cargas puntuales se colocan en las esquinas de un triángulo equilátero como en la figura. Determine la magnitud y dirección de la fuerza eléctrica neta sobre la carga de 2.00 μC.



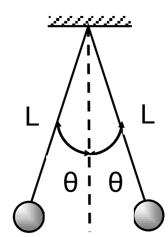
8.- La carga = 1.4 × 10^{-8} C se coloca en el origen. Las cargas q_2 = −1.8× 10^{-8} C y q_3 = 2.1 × 10^{-8} C se colocan en los puntos (0.18 m, 0 m) y (0 m, 0.24 m), respectivamente, como muestra la figura. Determine la fuerza electrostática neta (magnitud y dirección) sobre la carga q_3.



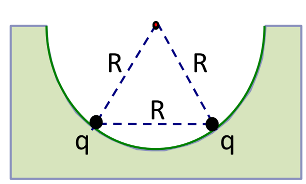
9.- Dos cuentas con cargas $q_1 = q_2$ = +2.67 μC están sobre una cuerda aislante que cuelga en forma recta del techo, como muestra la figura. La cuenta inferior está ubicada en el extremo de la cuerda y su masa es m_1 = 0.280 kg. La segunda cuenta se desliza sin fricción sobre la cuerda. A una distancia *d* = 0.360 m entre los centros de las cuentas, la fuerza de gravedad de la Tierra sobre m_2 es equilibrada por la fuerza electrostática entre las dos cuentas. ¿Cuál es la masa, m_2, de la segunda cuenta? *(Sugerencia:* Puede ignorar la interacción gravitacional entre las dos cuentas.)



10.- Dos esferas iguales con carga idéntica cuelgan del techo suspendidas por cuerdas aislantes de la misma longitud, ℓ = 1.50 m. A cada esfera se le proporciona una carga *q* = 25.0 μC. Luego las dos esferas cuelgan en reposo, y cada cuerda forma un ángulo de 25.0° con respecto a la vertical como indica la figura. ¿Cuál es la masa de cada bola y la tensión en la cuerda?



11.- Dos esferas pequeñas idénticas tienen una masa m y una carga q; se les coloca en un tazón de material aislante sin fricción y de radio R; como se muestra en la figura. Las esferas al llegar al reposo se encuentran separadas una distancia R, determine la carga de cada esfera.



12.- Una molécula de ADN (ácido desoxirribonucleico) tiene 2.17 cm de largo. Los extremos de la molécula se ionizan cada uno por separado: negativo en un extremo, positivo en el otro. La molécula helicoidal actúa como un resorte y se comprime 1.00% al cargarse. Determine la constante de resorte efectiva de la molécula

13.- Una carga puntual de $+3q$ está situada en el origen, y una carga puntual de $—q$ está localizada sobre el eje x en D = 0.500 m. ¿En qué sitio, sobre el eje x, una tercera carga, q_0, no experimenta fuerza neta de ninguna de las otras dos cargas?

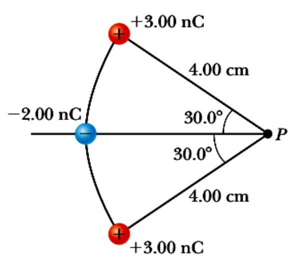
II.3 CAMPO ELECTROSTÁTICO.

II.3.1 Campo electrostático producido por una carga puntual. Líneas de campo electrostático. Reglas para dibujar líneas de campo electrostático. Patrón de líneas de campo electrostático generado por dipolos: de cargas de igual intensidad y signos contrarios; y de cargas de igual intensidad y del mismo signo.

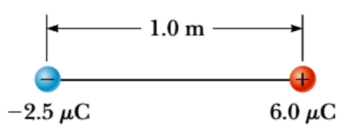
II.3.2 Campo electrostático generado por un sistema de cargas puntuales. (Principio de superposición). Definición de campos electrostáticos uniformes y no uniformes. Movimiento de cargas en campos electrostáticos uniformes.

II.3.3 Campo electrostático generado por distribuciones continuas (carga lineal finita, anillo y disco).

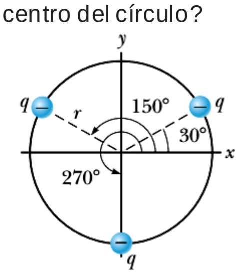
1.- Tres cargas puntuales están situadas en un arco circular, como se muestra en la figura. a) ¿Cuál es el campo eléctrico total en *P*, el centro del arco? b) Halle la fuerza eléctrica que se ejerce sobre una carga de -5.00 nC colocada en *P*.



2.- En la figura, determine el punto (distinto a infinito) donde el campo eléctrico total es cero.



3.- Tres cargas idénticas (q = - 5.0 □C) yacen sobre un círculo de 2.0 m de radio en ángulos de 30°, 150° y 270°, como se muestra en la figura ¿Cuál es el campo eléctrico resultante en el centro del círculo?

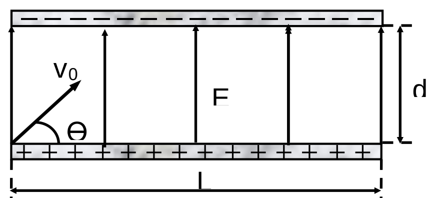


4.- Tres cargas puntuales están distribuidas en el espacio como se indica: q_1 = 9 µC en (2,4,6) m, q_2 = -6 µC en (-4,5,-3) m y q_3 = -3 µC en (-6,3,5)m. Determine el campo eléctrico neto generado por las cargas en los puntos:
a) (8,6,2) m y b) (-8,-6,-6) m.

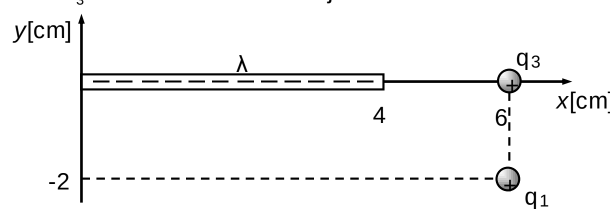
5.- Un electrón que se mueve paralelamente a un campo eléctrico de intensidad 1 x 10^3 N/C con una velocidad de 5 x 10^8 cm/s, si éste se va deteniendo, calcular: a) Hasta dónde llegará el electrón en el campo al quedar momentáneamente en reposo. b) El tiempo que transcurrirá para que quede en reposo. R: a) x = 0.07 m; b) t = 28 X 10^{-9} s.

6.- Dos placas metálicas horizontales, cada una de 200.0 mm de lado; se les proporciona carga de igual magnitud pero de signo opuesto; de manera que se genere un campo electrostático uniforme en el espacio entre las placas, con una magnitud de 2500 N/C. Una partícula con masa de $2.0 \cdot 10^{-16}$ kg y carga positiva de $1.5 \cdot 10^{-6}$ C, parte de la placa negativa inferior con una rapidez inicial de $2.5 \cdot 10^5$ m/s y con un ángulo de 37^0 con la horizontal. a) Describir la trayectoria de la partícula. b) Hallar el punto de impacto de la partícula con alguna de las placas, sí es que existe.

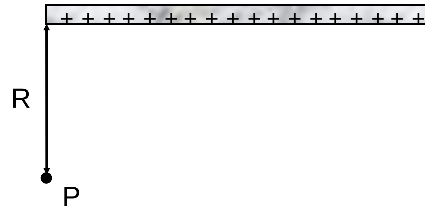
7.- Como se muestra en la figura, un electrón es lanzado con una velocidad de v_0 = 4.85 X 10^6 m/s con un ángulo de Θ = 40°, en una región de campo eléctrico uniforme cuya magnitud es de 2000 N/C, si d = 2 cm y L = 6 cm ¿a cuál de las placas golpeara y en qué posición horizontal?



8.- Determine la fuerza eléctrica neta en q_3 = 6 µC debido a las cargas: λ = -9 µC/m y q_1 = 8 µC, ver figura:
R: $\vec{F}_3$ = -16.2 N $\hat{i}$ + 1 080 N $\hat{j}$

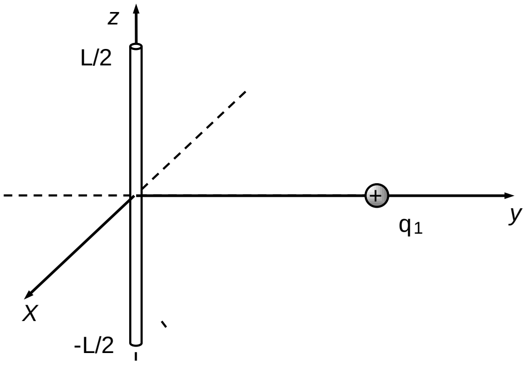


9.- En la figura una varilla no conductora “semi-infinita” (es decir, infinita sólo en una dirección) tiene densidad de carga uniforme λ. Demuestre que el campo eléctrico $\vec{E}_P$ en el punto P forma un ángulo de 45° con la varilla y que este resultado es independiente de la distancia R.



10.- Suponer que la varilla mostrada en la figura tiene una densidad uniforme de carga positiva λ en su mitad superior y una densidad uniforme de carga negativa -λ en su mitad inferior. Calcule la fuerza neta que opera sobre la carga q_0.

R: $\vec{F}_1 = -(q_1\lambda/2\pi\varepsilon_0)[1/y - 1/(y^2 + L^2/4)^{½}]\ \hat{k}$.



11.- Determine el campo eléctrico neto en la posición (0,5,0) cm, debido a un anillo con carga uniforme λ = - 9 nC/m y radio 2 cm. El anillo se coloca de manera paralela al plano *xz*, haciendo coincidir su centro en el origen.

R: $\vec{F}_0 = -2.61 \times 10^{-5}$ N $\hat{j}$.

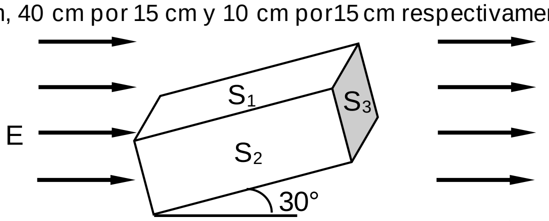
12.- Realizar lo mismo que en el problema anterior, pero remplazando el anillo por un disco del mismo radio y carga, pero de signo opuesto.

II.4 FLUJO ELECTROSTÁTICO Y LEY DE GAUSS.

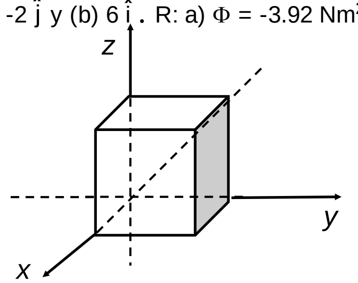
II.4.1 Flujo eléctrico. (Proporción entre flujo electrostático y carga).

II.4.2 Ley de Gauss. Aplicaciones: esferas uniformemente cargadas (conductora y no conductora), plano infinito uniformemente cargado, carga linealmente infinita, y cilindros uniformemente cargados (conductor y no conductor).

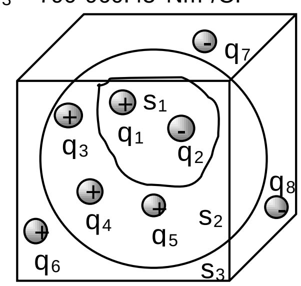
1.- Un campo eléctrico uniforme de 2000 N/C dirigido horizontalmente a la derecha como se muestra en la figura, atraviesa un prisma rectangular, determine el flujo sobre las tres superficies S_1, S_2 y S_3; si tienen por lados 40 cm por 10 cm, 40 cm por 15 cm y 10 cm por15 cm respectivamente.



2.- Un cubo de aristas de 1.4 m está orientado como se muestra en la figura en una región de campo eléctrico uniforme. Encuentre el flujo eléctrico a través de la cara derecha si el campo eléctrico expresado en N/C, está dado por:(a) -2 $\hat{j}$ y (b) 6 $\hat{i}$. R: a) Φ = -3.92 Nm²/C y b) cero.



3.- Dos cargas eléctricas q_1 = 4 μC y q_2 = - 10 μC se encuentran dentro de la superficie cerrada s_1, fuera de esta superficie se encuentran las cargas q_3 = 9 μC, q_4 = 1 μC y q_5 = 2 μC, que a su vez están encerradas en la superficie esférica s_2 y por último fuera de la superficie esférica se encuentran las cargas q_6 = 8 μC, q_7 = - 5 μC y q_8 = -2 μC encerradas por la superficie cubica s_3 como se muestra en la figura: Determine el flujo neto a través de cada superficie cerrada. R: Φ_1 = - 677 966.1 Nm²/C, Φ_2 = 677 966.1 Nm²/C y Φ_3 = 790 960.45 Nm²/C.



4.- Medidas cuidadosas del campo eléctrico en la superficie de una caja negra indican que el flujo saliente neto a través de la superficie de la caja es 6 kN· m²/C. a) ¿Cuál es la carga neta en el interior de la caja? b) Si el flujo neto a través de la superficie de la caja fuese cero, ¿podría concluir que no hay ninguna carga en el interior de la caja? ¿Por qué sí o por qué no? R: a) q = 5.3×10^{-8} C.

5.- Una carga puntual *q* = 2 μC está en el centro de la esfera de 0.5 m de radio. Calcule: (a) El área superficial de la esfera. (b) El campo eléctrico en los puntos situados en la superficie de la esfera y que coincidan con los ejes *x,y* y *z*. (c) El flujo eléctrico debido a la carga puntual a través de la superficie de la esfera. R: a) A = 3.14 m²

b) $\vec{E}$ = 72 kN/C $\hat{i}$, $\vec{E}$ = 72 kN/C $\hat{j}$ y $\vec{E}$ = 72 kN/C $\hat{k}$

c) Φ = 225 988.7 Nm²/C.

6.- Se tiene una corteza esférica conductora de 8 cm de diámetro con una carga de 4 μC, ¿cuál es el campo eléctrico en los puntos de la esfera que coincidan con los ejes positivos *x,y* y *z*? a) Dentro de la esfera. b) A 2 cm sobre su superficie. c) En un punto muy próximo a su superficie.

R: a) cero,

b) $\vec{E}$ = 10 MN/C $\hat{i}$, $\vec{E}$ = 10 MN/C $\hat{j}$ y $\vec{E}$ = 10 MN/C $\hat{k}$.

(c) $\vec{E}$ = 22.5 MN/C $\hat{i}$, $\vec{E}$ = 22.5 MN/C $\hat{j}$ y $\vec{E}$ = 22.5 MN/C $\hat{k}$.

7.- Una esfera no conductora de radio 6 cm posee una densidad volumétrica de carga uniforme ρ = 450 nC/m³. Calcule la carga total de la esfera y determine el campo eléctrico en los puntos coincidentes con los ejes positivos *x,y* y *z* a. a) r = 2 cm, b) r = 5.9 cm, c) r = 6.1 cm y d) r = 10 cm.

R: Q =4.07×10^{-10} C. a) $\vec{E}$ = 339.16 N/C $\hat{i}$, $\vec{E}$ = 339.16 N/C $\hat{j}$ y

c) $\vec{E}$ = 984.41 N/C $\hat{i}$, $\vec{E}$ = 984.41 N/C $\hat{j}$ y $\vec{E}$ = 984.41 N/C $\hat{k}$.

d) $\vec{E}$ = 366.42 N/C $\hat{i}$, $\vec{E}$ = 366.42 N/C $\hat{j}$ y $\vec{E}$ = 366.42 N/C $\hat{k}$.

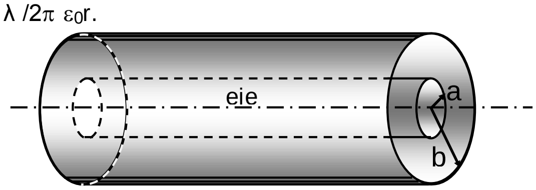
8.- Dos placas idénticas con cargas opuestas se encuentran paralelas al plano yz, la positiva está en el origen del eje *x* y la negativa en *x* = 8 cm. Determine el campo resultante en los puntos: (a) x = 6, (b) *x* = -6

R: a) $\vec{E} = \sigma/\varepsilon_0\ \hat{i}$ y b) cero.

9.- Dos grandes placas metálicas de área 1 m^2 están colocadas de frente. Su separación es de 5 cm y tienen cargas iguales y opuestas en sus superficies interiores; debido a ello generan un campo eléctrico de 55 N/C entre ellas. a) ¿Cuál es la carga eléctrica en las placas? b) ¿Qué ocurre con el campo eléctrico entre las placas si no son de signos opuestos, pero con carga de igual valor?
R: a) Q = 4.87×10^{-10} C y b) cero

10.- Un cilindro cuya longitud es de 12 m y un radio de 6 cm posee una densidad de carga volumétrica uniforme ρ = 300 nC/m^3. Si su eje coincide con el eje x y sus caras circulares con x = 6 m y x = -6 m. Calcule la carga total del cilindro y el campo eléctrico en el punto coincidente con el eje z negativo:
R: Q = 4.07 X 10^{-8} C y $\vec{E}$ = -1 017.88 N/C $\hat{k}$.

11.- La figura siguiente muestra en sección a dos largas cortezas cilíndricas, concéntricas de radios a y b. Las cortezas tienen cargas iguales y opuestas con una densidad de carga lineal λ. Usando la Ley de Gauss, demostrar: a) E = 0 para r < a. b) Entre los cilindros E está dada por:
E = λ /2π ε_0r.

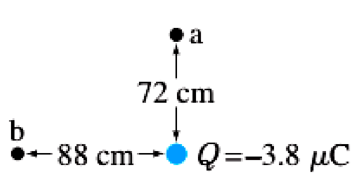


12.- Una carga lineal infinita de densidad lineal uniforme de λ = -1.5 μC/m es paralela al eje y en x = -2 m, una carga puntual de 1.3 μC está localizada en el punto A cuyas coordenadas son (1, 2) m. Determinar el campo eléctrico en el punto P de coordenadas (2, 1.5) m.
R: $\vec{E}$ = 1 621.83 N/C $\hat{i}$ - 4185.92 N/C $\hat{j}$.

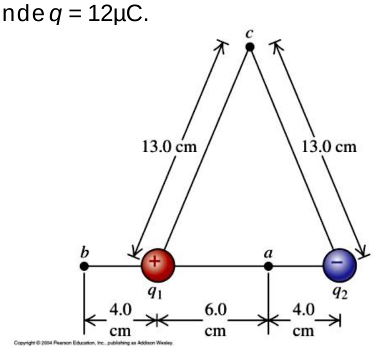
II.6 POTENCIAL ELECTROSTÁTICO Y DIFERENCIA DE POTENCIAL.
II.6.1 Diferencia de potencial.
II.6.2 Diferencia de potencial en una región de campo electrostático uniforme.
II.6.3 Potencial electrostático para un desplazamiento infinitesimal.
II.6.4 Potencial electrostático de una carga puntual y de un sistema de cargas puntuales.

1.- Cuatro cargas puntuales idénticas (+1.61 nC) están colocadas en los vértices de un rectángulo que mide 3.00 m por 5.00 m. Si el potencial eléctrico se toma igual a cero en el infinito, ¿cuál es el potencial en el centro geométrico de este rectángulo?

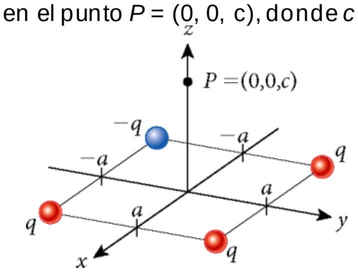
2.- Considere el punto a localizado a 72 cm al norte de una carga puntual de -3.8 µC, y el punto b que está 88 cm al oeste de la carga (figura 17-26). Determine a) $V_{ba} = V_b - V_a$ y b) $\vec{E}_b - \vec{E}_a$.



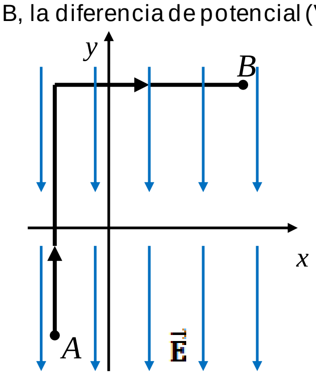
3.- Para el arreglo mostrado en la figura, para los puntos a, b y c calcular: a) el campo eléctrico y b) el potencial eléctrico. Donde q = 12µC.



4.- Cuatro cargas puntuales están dispuestas en un cuadrado cuyo lado mide 2a, donde a = 2.7 cm. Tres de las cargas tienen magnitud 1.5 nC, y la magnitud de la otra es —1.5 nC, como muestra la figura. ¿Cuál es el valor del potencial eléctrico? generado por estas cuatro cargas puntuales en el punto P = (0, 0, c), donde c = 4.1. cm?



5.- En la figura, un campo eléctrico uniforme de magnitud 325 V/m está dirigido en la dirección negativa Y. Las coordenadas del punto A son (-0.200, -0.300) m, y las del punto B son (0.400. 0.0500) m. Calcule, utilizando la trayectoria mostrada con flechas sobre las rectas del punto A al punto B, la diferencia de potencial (V_B - V_A)



6.- Suponga que en el núcleo de helio hay dos protones separados por una distancia de 1.5 x 10^{-13} cm. (a) ¿Qué intensidad de fuerza eléctrica hay entre ellos? (b) ¿Cuánto trabajo debe efectuarse para acercar los protones hasta dicha distancia?
R: (a) F = 102.4 N y (b) W = 1.54 x 10^{-13} J.

7.- Una carga puntual q_1 = 2.40 µC se mantiene estacionaria en el origen. Una segunda carga puntual q_2 = -4.20 µC se mueve del punto (0.150,0) m, al punto (0.250,0.250) m. ¿Cuánto trabajo realiza la fuerza eléctrica sobre q_2?
R: W = -0.348 J.

8.- Un electrón acelera desde el reposo hasta una diferencia de potencial de 370 V. ¿Cuál es su velocidad final?

9.- Un protón, inicialmente en reposo, es acelerado a través de una diferencia de potencial de 500. V. ¿Cuál es su velocidad final?

10.- Algo descubierto durante la exploración de Marte fue la acumulación de carga estática en vehículos, resultando en un potencial de 100 V o más. Calcule cuánta carga debe colocarse en la superficie de una esfera de radio 1.00 m para que el potencial eléctrico justo por arriba de la superficie sea 100 V. Suponga que la carga está distribuida uniformemente.

11.- Considere un anillo delgado de radio R con una carga total Q distribuida uniformemente en su perímetro. ¿Cuál es la diferencia de potencial entre el punto en el centro del anillo y un punto en el eje del anillo a una distancia 2R del centro?

R: $\Delta V = K\dfrac{Q}{R}\left(\dfrac{1}{\sqrt{5}} - 1\right)$

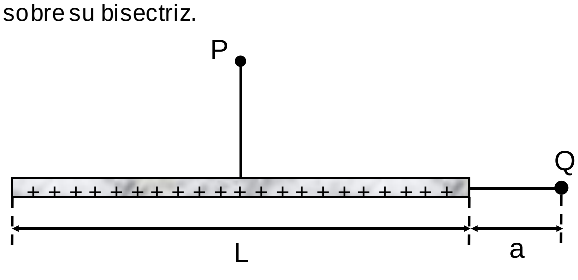
12.- ¿Cuál es el potencial eléctrico? a una distancia y = 0.85 m a lo largo de la bisectriz perpendicular de un alambre delgado con longitud 20 m y con una carga distribuida uniformemente Q = 3.50×10^{-7} C.
R: V = 969.92 V

13.- Un conductor de forma esférica tiene un radio de 14.0 cm y una carga de 26.0 μC. Calcule el campo eléctrico y el potencial eléctrico a las siguientes distancias del centro: a) r = 0, b) r = 0.10 m, c) r = 0.20 m y d) r = 0.14 m.

14.- Una carga lineal infinita de densidad lineal λ = 2.5 μC/m se encuentra sobre el eje *z*. Determinar el potencial a distancias de (a) 3 m, (b) 6 m y (c) 9 m. de la línea, suponiendo que V = 0 a 4 m. R: (a) V = 12 946.69 V, b) V = -18 245.93 V y c) V = -36 491.86 V.

15.- Una carga de 9 x 10^{-7} C se distribuye uniformemente sobre una corteza esférica de 15 cm de radio. (a) ¿Cuál es la magnitud del campo eléctrico justo en el exterior de la corteza y justo en el interior de la misma? (b) ¿Cuál es el potencial eléctrico justo en el exterior de la corteza y justo en el interior de la corteza? (c) ¿Cuál es el potencial eléctrico en el centro de la corteza y el campo eléctrico en dicho punto?

16.- Una varilla delgada como la que se muestra en la figura tiene una densidad de carga uniforme λ, Encuentre una expresión para el potencial eléctrico en el punto Q a un costado y en el punto P que se encuentra a una distancia r sobre su bisectriz.



UNIDAD TEMÁTICA III: CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTÍNUA.

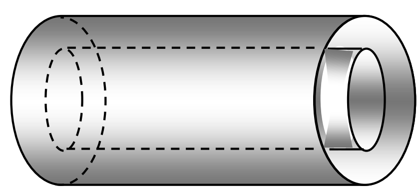
III.1. CAPACITANCIA.

1.- Los supercapacitores, con capacitancias de 1.00 F o más, se elaboran con placas que tienen una estructura semejante a la esponja con un área superficial muy grande. Determine el área superficial de un supercapacitor de capacitancia igual a 1.00 F y cuya eficaz separación entre las placas es *d* = 1.0 mm.

2.- Para tener una idea de cuán grande es un farad, suponga que se quiere hacer un capacitor de 1 F de placas paralelas lleno con aire para un circuito que se está construyendo. Para hacerlo de un tamaño razonable, suponga que se limita el área de la placa a 1.0 cm^2. ¿Cuál tendría que ser la brecha entre las placas? ¿Esto es factible en la práctica?

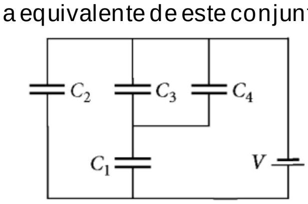
3.- Un cable coaxial tiene un cilindro conductor interno rodeado por un cascarón cilíndrico, también conductor. Cada uno tiene ± λ densidad de carga lineal. Calcule la capacitancia por unidad de longitud de un cable coaxial si su conductor interno tiene 1.5 mm de radio y su conductor externo tiene 4.5 mm de radio interno.
R: $V_{ba} = 2k\lambda \ln (r_b/r_a)$, $C = \ell / 2k \ln (r_b/r_a)$, C/ℓ = 50.61 pF/m.

4.- A través de los dos cilindros conductores colineales que se muestran en la figura se aplica una diferencia de potencial de 100 V. El radio del cilindro exterior es 15.0 cm, el radio del cilindro interior es 10.0 cm y la longitud de los dos cilindros es 40.0 cm. ¿Cuánta carga se aplica a cada uno de los dos cilindros? ¿Cuál es la magnitud del campo eléctrico entre los dos cilindros?



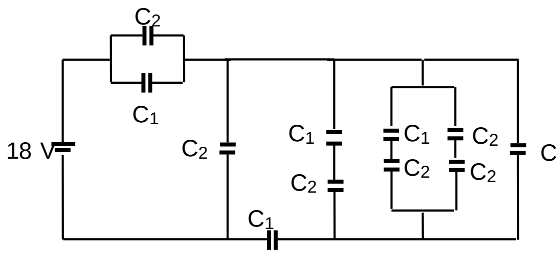
5.- Determine los valores de la capacitancia equivalente que usted puede obtener al usar cualquier combinación de tres capacitores idénticos con capacitancia *C*.

6.- Cuatro capacitores con capacitancias C_1 = 3.5 nF, C_2 = 2.1 nF y C_3 = 1.3 nF y C_4 =4.9 nF están conectados a una batería con *V* = 10.3 V, como ilustra la figura. ¿Cuál es la capacitancia equivalente de este conjunto de capacitores?



7.- Cuando un capacitor tiene una carga de magnitud 60.0 μC sobre cada placa, la diferencia de potencial a través de las placas es 12.0 V. ¿Cuánta energía se almacena en el capacitor cuando la diferencia de potencial a través de sus placas es 120 V?

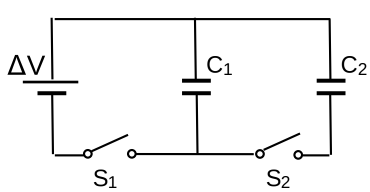
8.- En la figura cada capacitor C_1 = 4 μF y C_2 = 3 μF, determine: (a) La capacitancia equivalente. (b) La carga y la diferencia de potencial en c/u de los capacitores.
R: (a) C_{eq} = 1043/330 μF.



R: b)

C	Q[C]	V[V]
C_1	24.39 μ	8.13
C_2	35.52 μ	8.13
C_3	29.61 μ	9.87
C_4	5.23 μ	1.13
C_5	5.23 μ	1.74
C_6	5.23 μ	1.31
C_7	5.23 μ	1.74
C_8	4.58 μ	1.53
C_9	4.58 μ	1.53
C_{10}	12.2 μ	3.05
C_{11}	27.27 μ	6.82

9.- Considere el circuito que se muestra en la figura, donde C_1 = 6.00 μF y C_2 = 3.00 μF y V = 20 V. Primero se carga el capacitor C_1, cerrando el interruptor S_1. Después este interruptor es abierto, y el capacitor cargado se conecta al otro descargado cerrando S_2. Calcule la carga inicial adquirida por C_1, así como la carga final en cada uno de los capacitores.



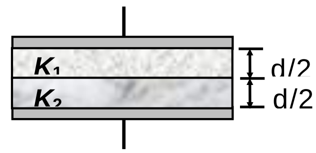
10.- Un capacitor de 1.00 μF se carga primero conectándolo a una batería de 10 V. Después se desconecta de la batería y se conecta en paralelo a un capacitor de 2 μF inicialmente neutro. Determiné la carga resultante de cada capacitor.
R: $Q_{1\mu F}$ = 3.33 μC y $Q_{2\mu F}$ = 6.67 μC.

11.- El dieléctrico que ha de usarse en un capacitor de placas paralelas tiene constante dieléctrica de 3.30 y rigidez dieléctrica de 1.6×10^{7} V/m. Su capacitancia debe ser de 2.25×10^{-12} F y soportar una diferencia de potencial máxima de 6000 V. ¿Cuál es el área mínima que deben tener las placas del capacitor?
R: A = 2.9×10^{-5} m^2.

12.- Para construir un capacitor de placas paralelas dispone de un par de placas de cobre, de una hoja de mica (espesor de 0.10 mm, *K* = 5.4), una hoja de vidrio (espesor de 0.20 mm, *K* = 7.0) y una lámina de parafina (espesor de 1.0 cm, *K* = 2.0). Si quiere conseguir la máxima capacitancia, ¿cuál hoja debe colocar entre las placas de cobre?

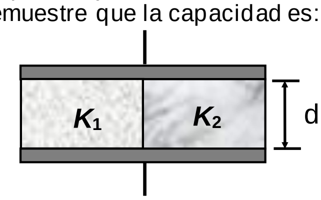
13.- El espacio entre las placas paralelas de un capacitor está ocupado por dos bloques dieléctricos, uno con constante K_1 y otro con constante K_2, como se indica en la figura. Cada bloque tiene un espesor d/2, donde d es la distancia entre las placas. Demuestre que la capacidad es:

$$C=\frac{2\varepsilon_0 A}{d}\left(\frac{K_1K_2}{K_1+K_2}\right)$$



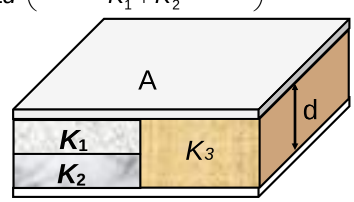
14.- El espacio entre las placas de un capacitor de placas paralelas está ocupado por dos bloques dieléctricos, uno con constante K_1 y otro con constante K_2, como se indica en la figura. El espesor de cada bloque es el mismo que la separación d entre las placas, y cada uno llena la mitad de volumen entre ellas Demuestre que la capacidad es:

$$C=\frac{\varepsilon_0 A(K_1+K_2)}{2d}$$

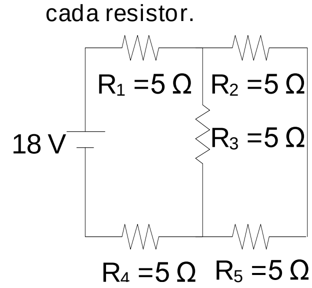


15.- Determinar la capacidad del condensador de placas paralelas indicado en la figura:

R: $C=\frac{\varepsilon_0 A}{2d}\left(\frac{2K_1K_2+K_1K_3+K_2K_3}{K_1+K_2}\right)$.

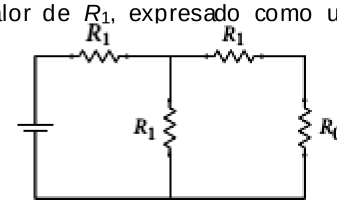


16.- En el siguiente circuito, determine: a) La resistencia equivalente. b) La corriente y la diferencia de potencial en cada resistor.

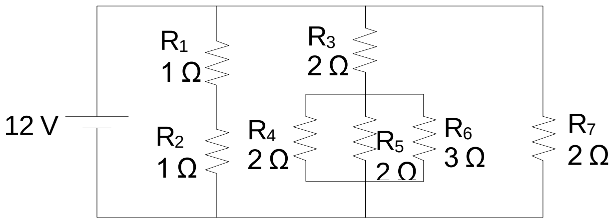


Respuesta		
Req = 13.33 Ω		
R [Ω]	I[A]	V[V]
R_1	1.35	6.75
R_2	0.45	2.25
R_3	0.90	4.5
R_4	1.35	6.75
R_5	0.45	2.25

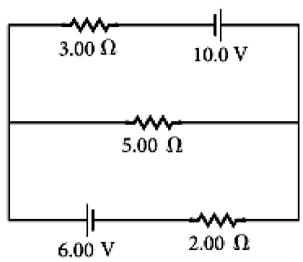
17.- Cuatro resistores están conectados en un circuito como muestra la figura. ¿Qué valor de R_1, expresado como un múltiplo de R_0, hace que la resistencia equivalente del circuito sea igual a R_0?



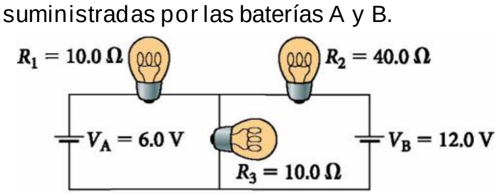
18.- En el circuito mostrado a continuación, determine:
a) La resistencia equivalente. b) La corriente, diferencia de potencial y potencia en cada resistor. c) La energía consumida por el circuito en 8 horas.



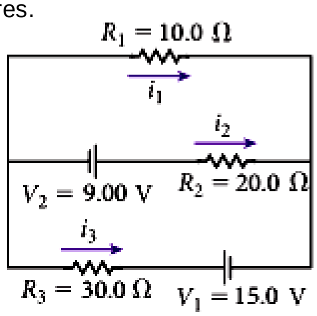
19.- a) ¿Cuál es la corriente? en el resistor de 5.00 Ω en el circuito que presenta la figura. b) ¿Cuál es la potencia disipada en el resistor de 5.00 Ω?



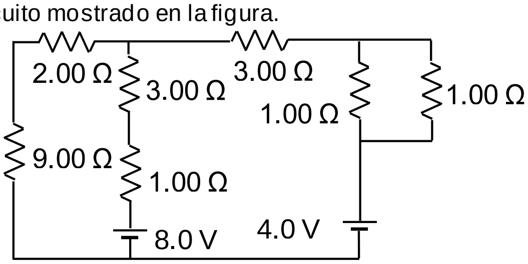
20.- El circuito que se muestra en la figura consta de dos baterías con V_A y V_B y tres bombillas con resistencias R_1, R_2 y R_3. Calcule las magnitudes de las corrientes i_1, i_2 e i_3 que circulan por las bombillas. Indique las direcciones correctas del flujo de corriente en el diagrama. Calcule las potencias, P_A y P_B, suministradas por las baterías A y B.



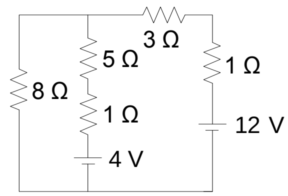
21.- Tres resistores, $R_1 = 10.0\ \Omega$, $R_2 = 20.0\ \Omega$ y $R_3 = 30.0\ \Omega$, están conectados en un circuito multiloop, como muestra la figura. Determine la cantidad de potencia disipada en los tres resistores.



22.- Determine la corriente en cada una de las ramas del circuito mostrado en la figura.



23.- Determinar la corriente en cada rama del siguiente circuito:



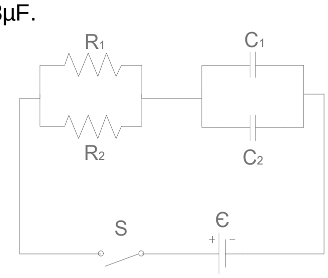
24.- Un capacitor de 10.0 μF se carga mediante una batería de 10.0 V a través de una resistencia R. El capacitor alcanza una diferencia de potencial de 4.00 V en un intervalo de tiempo de 3.00 s después de comenzar la carga. Encuentre R.
R: R = 587 284.56 Ω

25.- Un condensador de 2.00 nF con una carga inicial de 5.10 μC se descarga a través de una resistencia de 1.3 kΩ.
a) Calcular la corriente en la resistencia 9.00 μs después de conectar dicha resistencia a las terminales del condensador.
b) ¿Qué carga? permanece en el condensador después de 8.00 μs.
c) ¿Cuál es la corriente máxima en la resistencia?
R: (a) i = 61.51 mA, (b) q = 235 nC y (c) i_{max} = 1.96 A.

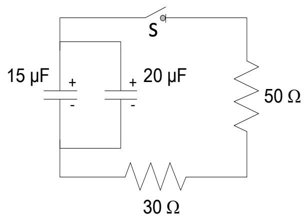
26.- Un capacitor de 2 nF con una carga inicial de 5.10 μC se descarga a través de una resistencia de 1.30 kΩ. a) Calcule la corriente en la resistencia 9.00 μs después de que la resistencia se conecta entre las terminales del capacitor. b) ¿Cuál es la corriente máxima en la resistencia?

27.- Una batería de 6 V y resistencia interna despreciable se utiliza para cargar un condensador de 2 μF a través de una resistencia de 100 Ω. Hallar (a) la corriente inicial, (b) la carga final y (c) el tiempo necesario para obtener un 90% de la carga final.
R: (a) i_0 = 0.06 A, (b) Q = 12 μC y (c) t = 460.5 μs.

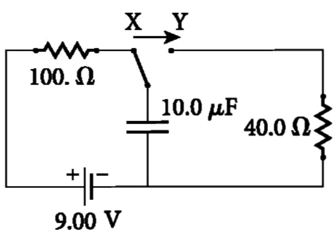
28.- El circuito de la figura tiene dos resistores, R_1 = 2 kΩ y R_2 = 3 kΩ, y dos capacitores, C_1 = 2 μF y C_2 = 3 μF, conectados a una batería cuya fem es Ɛ = 120 V. Si los capacitores no contienen carga antes de que se cierre el interruptor S, determine las cargas q_1 y q_2 de los capacitores C_1 y C_2, respectivamente, después de cerrar el circuito. (Sugerencia: Primero reconstruye el circuito para transformarlo en RC simple con un solo resistor y un solo capacitor en serie, conectados a la batería y después determine la carga total Q, almacenada en el circuito)
R: $q_1 = 0{,}4q$ = 240 μC $(1 - e^{(-1000t/6)})$ para el capacitor de 2 μF y $q_2 = 0{,}6q$ = 360 μC $(1 - e^{(-1000t/6)})$ para el capacitor de 3μF.



29.- En el circuito los dos capacitores están cargados al principio a 45 V. (a) ¿Cuánto tiempo después de cerrar el interruptor S el potencial a través de cada capacitor se reducirá a 10 V? (b) En ese momento, ¿cuál será la corriente? R: (a) t = 4.21 ms y (b) i = 124 mA.



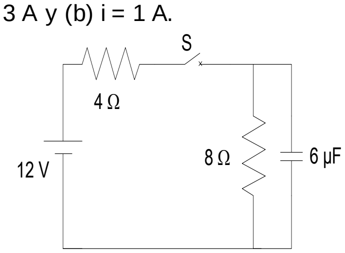
30.- En el circuito que ilustra la figura, un capacitor de 10.0 μF se carga por medio de una batería de 9.00 V con el interruptor de dos direcciones mantenido en la posición X durante mucho tiempo. Luego, el interruptor se mueve a la posición Y. ¿Qué corriente fluye a través del resistor de 40.0 Ω a) inmediatamente después de que el interruptor se mueve a la posición Y? b) 1.00 ms después de que el interruptor se mueve a la posición Y?



31.- El condensador que se muestra en la figura está inicialmente descargado. Determinar la corriente que atraviesa en la batería:

a) Inmediatamente después de cerrar el interruptor.

b) Un largo tiempo después de cerrar el interruptor. R: (a) i_0 = 3 A y (b) i = 1 A.



UNIDAD TEMÁTICA IV: PRINCIPIOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS.

IV.1 CAMPO MAGNÉTICO.

IV.1.1 Fuerza de Lorentz (debido a un campo magnético y campos cruzados).

1.- Un protón es lanzado de derecha a izquierda en un campo magnético de 0.4 T dirigido verticalmente hacia arriba. Si la rapidez del protón es de 2 x 10^6 m/s ¿cuál es la fuerza que el protón experimenta debido al campo magnético?
R: $\vec{F} = -1.28 \times 10^{-13}$ N $\hat{k}$.

2.- Un deuterón es una partícula nuclear formada por un protón y un neutrón unidos entre sí por fuerzas nucleares. La masa del deuterón es de 3.347 x 10^{-27} kg y su carga es de + 1 e. Se ha observado que un deuterón proyectado dentro de un campo magnético cuya densidad de flujo es de 1.2 T viaja en una trayectoria circular de 300 mm de radio. ¿Cuál es la rapidez del deuterón? R: v = 17 209 441.29 m/s

3.- Una partícula alfa (+2 e) se proyecta en un campo magnético de 0.12 T con una rapidez de 3.6 x 10^6 m/s ¿Cuál es la fuerza magnética sobre la carga en el instante en que la dirección de su velocidad forma un ángulo de 35º con el campo magnético? R: $\vec{F} = -7.9 \times 10^{-14}$ N $\hat{k}$.

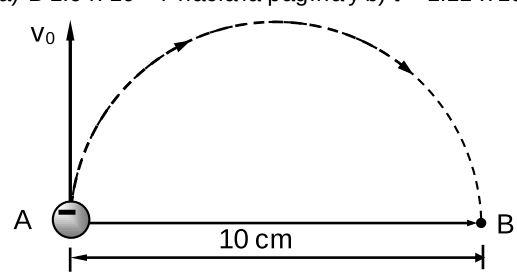
4.- Una carga q = 3.20×10^{-19} C se mueve con una velocidad $\vec{v} = 2\frac{m}{s}\hat{i} + 3\frac{m}{s}\hat{j} - 1\frac{m}{s}\hat{k}$ a través de una región donde existen a la vez un campo magnético y campo eléctrico ambos uniformes. Calcule la fuerza total sobre la carga en movimiento, si

$\vec{E} = 4\frac{V}{m}\hat{i} - 1\frac{V}{m}\hat{j} - 2\frac{V}{m}\hat{k}$ y $\vec{B} = 2\ T\hat{i} + 4\ T\hat{j} + 1\ T\hat{k}$.

5.- Un alambre transporta una corriente estable de 2.40 A. Un tramo recto del alambre tiene 0.750 m de largo y yace a lo largo del eje x dentro de un campo magnético uniforme, $\vec{B} = 1.60\ T\ \hat{k}$. Si la corriente está orientada en la dirección positiva del eje x, ¿cuál es la fuerza magnética que se ejerce sobre la sección del alambre?

6.- Un protón se mueve en una órbita circular de radio de 65 cm perpendicular a un campo magnético uniforme de valor 0.75 T. (a) ¿Cuál es el período correspondiente a este movimiento? (b) Hallar la magnitud de la velocidad del protón. (c) Hallar la energía cinética del protón.
R: a) T= 8.7 x 10^{-8} s, b) V= 46, 706,586.83 m/s y
c) K= 1.82 x 10^{-12} J.

7.- Un electrón en el punto A de la figura, tiene una rapidez v_0 de 1.41 x 10^6 m/s. Calcule a) El campo magnético que hará que el electrón siga la trayectoria semi-circular entre A y B, y b) el tiempo requerido para que el electrón se mueva de A a B.
R: a) B 1.6 x 10^{-4} T hacia la página y b) t = 1.11 x 10^{-7} s.

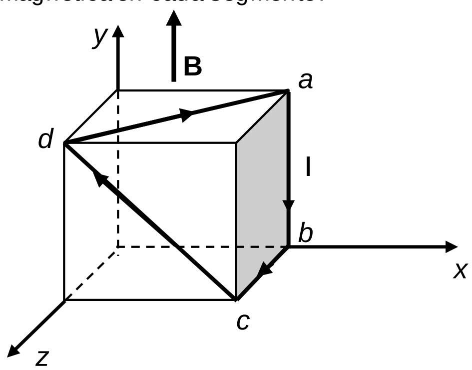


IV.1.2 Fuerza magnética alrededor de un conductor con corriente.

1.- Un alambre transporta una corriente estacionaria de 2.40 A. Una sección recta de alambre tiene 0.750 m de largo y está sitiado en la dirección del eje *x* dentro de un campo magnético uniforme, $\vec{B} = 8$ mT $\hat{k}$. Si la corriente está orientada en dirección + *x*, ¿cuál es la fuerza magnética sobre la sección de alambre? R: $\hat{F} = -14.4$ mN $\hat{j}$.

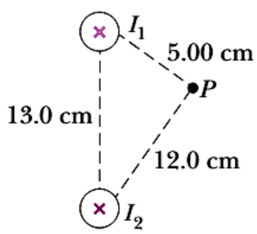
2.- Un segmento de conductor recto:
$i\vec{\ell}$ = (2.5 A) (3 cm $\hat{i}$ +4 cm $\hat{j}$) se encuentra en un campo magnético uniforme de 1.5 T $\hat{i}$. Determinar la fuerza que actúa sobre el conductor. R: $\vec{F} = -0.15$ N $\hat{k}$.

3.- En la figura, el cubo tiene 40.0 cm de arista. Cuatro segmentos rectos de alambre – *ab*, *bc*, *cd* y *da* – forman una espira cerrada que transporta una corriente I = 5.00 A. en la dirección mostrada. Se sitúa la espira en un campo magnético uniforme, de valor $\vec{B} = 0.0200\ \text{T}\ \hat{j}$. Determinar la fuerza magnética en cada segmento.

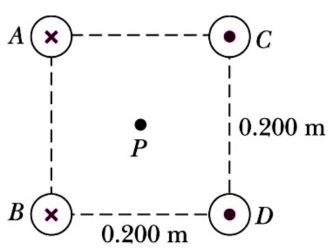


IV.2 LEY DE AMPERE.

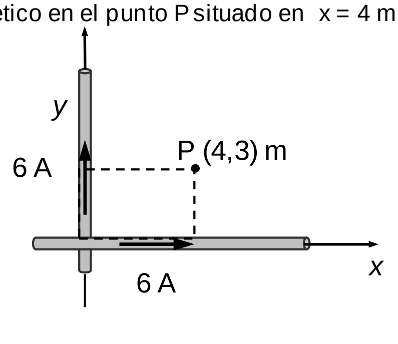
1.- Dos conductores largos y paralelos llevan corrientes I_1 = 3.00 A e I_2 = 3.00 A, ambas dirigidas hacia adentro del plano (ver figura). Determine el campo magnético resultante en el punto P.



2.- Cuatro conductores largos y paralelos transportan corrientes iguales de *I* = 1.500 A. La figura muestra un extremo de los conductores. La dirección de la corriente es hacia adentro de la página en los puntos A y B (indicado por cruces) y hacia afuera de la página en los puntos C y D (indicado por puntos). Calcule la magnitud y dirección del campo magnético en el punto P, localizado en el centro del cuadrado de 20.0 cm de lado.

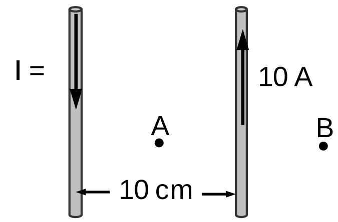


3.- Como se muestra en la figura dos alambres muy largos conducen corrientes de 7 A, uno a lo largo del eje x, y otro una corriente de 6 A a lo largo del eje y. ¿Cuál es el campo magnético en el punto P situado en x = 4 m y = 3 m?



4.- Dos conductores paralelos transportan corrientes en direcciones opuestas, como se muestra en la figura. Un conductor transporta una corriente de 10 A. El punto A es el punto medio entre los alambres, y el punto B esta 5 cm a la derecha de la corriente de 10 A. I se ajusta de manera que al campo magnético en B sea cero. Determine: a) El valor de la corriente i. b) El valor del campo magnético en A.

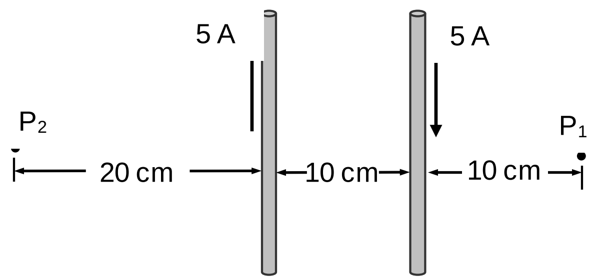
R: a) i = 30 A y b) $\vec{B} = 1.6\times10^{-4}\ \text{T}\ \hat{k}$



5.- Los dos alambres que se muestran en la figura conducen corrientes de 5 A en direcciones opuestas y los separa una distancia de 10 cm. Determine el campo magnético neto en: (a) Un punto a la mitad del camino entre los alambres, (b) El punto P_1, es decir, 10 cm a la derecha del alambre del lado derecho y (c) En el punto P_2,
esto es, 20 cm a la izquierda del alambre del lado izquierdo.

R: (a) $\vec{B} = -4\times10^{-5}\ \text{T}\ \hat{k}$, (b) $\vec{B} = -5\times10^{-6}\ \text{T}\ \hat{k}$ y

(c) $\vec{B} = -7.1\ \times10^{-6}\ \text{T}\ \hat{k}$



6.- Un solenoide de longitud 3 cm y de radio 1.2 cm con 300 vueltas transporta una corriente de 2.6 A. Determinar la intensidad de campo magnético sobre el eje del solenoide en su interior. R: B = 0.33 T.

7.- Un solenoide con núcleo de aire de 50 cm de longitud cuenta con 4000 espiras. Calcule la intensidad del campo magnético en su interior cuando existe una corriente de 0.25 A en las espiras. R: B = 0.0025 T.

8.- Un solenoide con núcleo de aire y con 2000 espiras tiene una longitud de 60 cm y un diámetro de 2 cm. Si una corriente de 5 A pasa por él, ¿cuál será la magnitud de la densidad de flujo en su interior? R: B = 0.021 T.

9.- Un alambre de gran longitud lleva una corriente de 20 A, a lo largo de un eje de un solenoide de gran longitud. El campo debido al solenoide es de 4 mT. Encuentre el campo resultante en un punto a 3 mm del eje del solenoide.

R: $\vec{B} = 4\ \text{mT}\ \hat{i} + 1.3\ \text{mT}\ \hat{k}$.

10.- Un toroide con núcleo de aire y devanado uniforme tiene 750 espiras. El radio del círculo que pasa por el centro del devanado es de 5 cm. ¿Qué corriente? en las espiras producirá un campo de 1.8 mT en el círculo central.

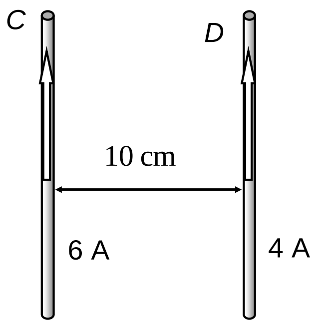
R: i = 0.6 A.

11.- Un toroide de radio interior de 1 cm y radio exterior de 2 cm posee 1000 vueltas de conductor y transporta una corriente de 1.5 A. (a) ¿Cuál es la magnitud del campo magnético? a una distancia a 1.1 cm del centro y (b) ¿a 1.5 cm del centro? R: (a) B = 0.027 T y (b) B = 0.02 T.

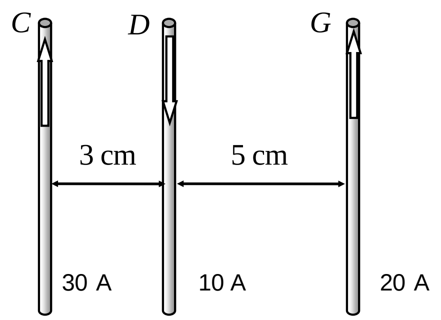
IV.2.3 Fuerza magnética entre conductores paralelos con corriente.

1.- Como se muestra en la figura, dos alambres paralelos están separados cm y llevan una corriente de 6 y 4 A respectivamente. Calcúlese la fuerza sobre 1 m de alambre D si las corrientes son: (a) paralelas y (b) antiparalelas.

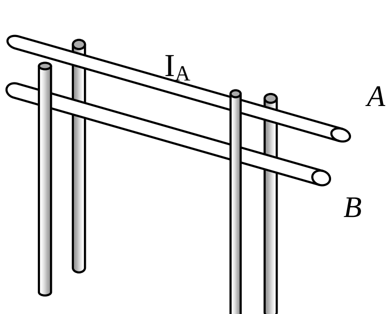
R: (a) $\vec{F} = -4.8\times10^{-5}$ N $\hat{\imath}$. (b) $\vec{F} = 4.8\times10^{-5}$ N $\hat{\imath}$.



2.- Considere tres alambres paralelos, rectos y largos que se observan en la figura. Encuentre la fuerza que experimentan 25 cm de longitud del alambre C.



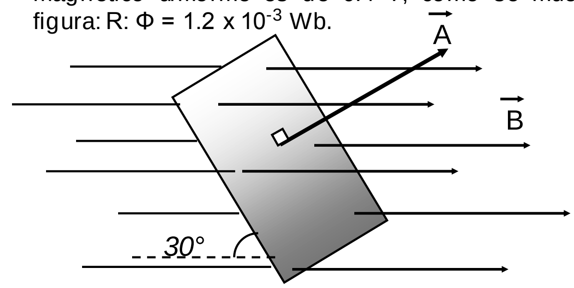
3.- Dos conductores largos y paralelos transportan corrientes en la misma dirección, como se muestra en la figura. El conductor A transporta una corriente de 150 A y se mantiene firmemente en su posición; el conductor B transporta la corriente I_B y se le permite deslizarse hacia arriba y abajo (paralelo a A) entre un conjunto de guías no conductoras. Si la densidad de la masa lineal del conductor B es de 0.10 g/cm, ¿qué valor de la corriente I_B dará por resultado un equilibrio cuando la distancia entre los dos conductores es de 2.5 cm? R: i_B = 81.67 A.



IV.3 INDUCCIÓN MAGNÉTICA

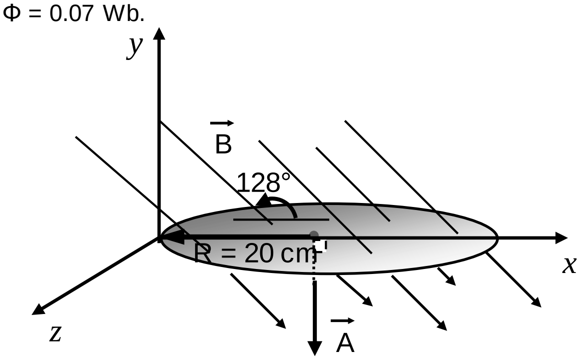
IV.3.1 Flujo magnético..

1.- Determina el flujo magnético que atraviesa por la superficie rectangular de 10 cm por 6 cm. Si el campo magnético uniforme es de 0.4 T, como se muestra en la figura: R: Φ = 1.2 x 10^{-3} Wb.



2.- Un campo magnético uniforme de 0.8 T atraviesa una superficie circular paralela al plano *xz* como se indica en la figura, determina el flujo magnético en la superficie.

R: Φ = 0.07 Wb.



3.- Una superficie circular de 3 m de radio, se encuentra paralela al eje *xz* cuyo centro se encuentra en el origen, si el vector perpendicular al área se dirige hacia el eje *y* positivo. Determina el flujo si: a) $\vec{B} = 0.3$ T $\hat{\imath}$,

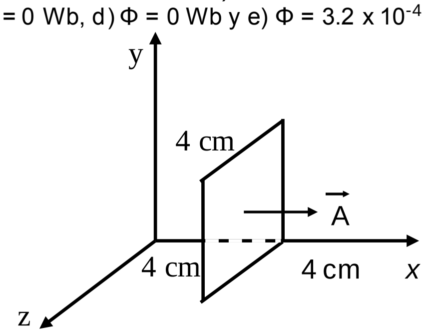
b) $\vec{B} = -0.3$ T $\hat{\jmath}$ y c) $\vec{B} = 0.65\ \hat{\imath} - 0.4$ T $\hat{\jmath}$.

R: a) Φ = 0 Wb, b) Φ = -11.31 Wb y c) Φ = 11.31 Wb.

4.- Determina el flujo magnético sobre la superficie cuadrada que se muestra en la figura. Es paralela al plano *yz* y pasa por el punto *x* = 4 cm. Si el campo es:

a) De 0.4 T dirigido hacia el eje *x* positivo.
b) De 0.4 T dirigido hacia el eje *x* negativo
c) De 0.4 T dirigido verticalmente hacia arriba
d) De 0.4 T dirigido verticalmente hacia abajo
e) De 0.4 T y forma un ángulo de 60º sobre el eje *x*

R: a) Φ = 6.4 x 10^{-4} Wb, b) Φ = -6.4 x 10^{-4} Wb,
c) Φ = 0 Wb, d) Φ = 0 Wb y e) Φ = 3.2 x 10^{-4} Wb.



IV.3.2 Ley de Faraday y ley de Lenz.
IV.3.4 Fuerza electromotriz de movimiento.
IV.3.5 Generador de ca.

1.- Una bobina de alambre de 8 cm de diámetro tiene 50 vueltas y está colocada dentro de un campo **B** de 1.8 T. Si el campo **B** se reduce a 0.6 T en 0.002 s, ¿cuál es la fem inducida?

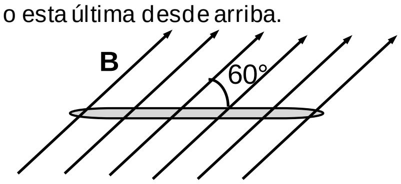
2.- Una bobina cuadrada que tiene 100 vueltas con un área de 0.044 m^2 se coloca de modo que su plano sea perpendicular a un **B** constante de 4 mT. La bobina gira hasta una posición paralela al campo en un lapso de 0.3 s. ¿Cuál es la fem inducida?

3.- Una bobina 120 vueltas tiene 90 mm de diámetro y su plano está en posición perpendicular a un campo magnético de 60 mT generado por un electroimán cercano. Cuando la corriente del electroimán se interrumpe y el campo desaparece, una fem de 6 V es inducida en una bobina. ¿Cuánto tiempo tarda el campo en desaparecer?

4.- El flujo que pasa por una bobina de 200 espiras cambia de 0.06 a 0.025 Wb en 0.5 s. La bobina está conectada a una lámpara eléctrica y la resistencia combinada es de 2 Ω. ¿Cuál es la fem inducida promedio y que corriente promedio se está suministrando al filamento de la lámpara?

5.- Una bobina de 4 cm de radio contiene 500 espiras, y está colocada en un campo magnético uniforme que varía con el tiempo de acuerdo con $B = (0.0120\ T/s)t + (3 \times 10^{-5}\ T/s^4)t^4$. La bobina está conectada a un resistor de 600 Ω, y su plano es perpendicular al campo magnético. Se puede ignorar la resistencia de la bobina. a) Encuentre la magnitud de la fem inducida en la bobina como función del tiempo. b) ¿Cuál es la corriente en el resistor en el momento t = 5 s.

6.- Una espira de acero plano y circular de radio 75 cm se encuentra en reposo en un campo magnético uniforme, cuya vista de perfil se muestra en la figura. El campo cambia con el tiempo, de acuerdo a la expresión $B(t) = (1.4\ T)\ e^{-(0.057s-1)t}$. a) Calcule la fem inducida como función del tiempo. b) ¿Cuándo la fem inducida es 1/10 de su valor inicial? c) Determine el sentido de la corriente inducida en la espira, viendo esta última desde arriba.

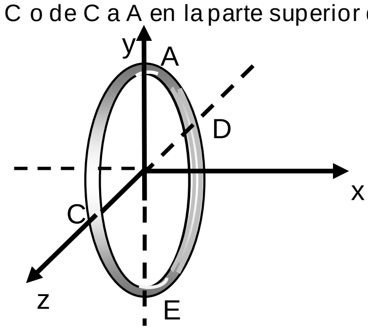


7.- Un alambre de 0.15 m de longitud se desplaza a una velocidad constante de 4 m/s en una dirección que forma un ángulo de 36º con un campo magnético de 0.4 T. El eje del alambre es perpendicular a las líneas de flujo magnético ¿Cuál es la fem inducida?

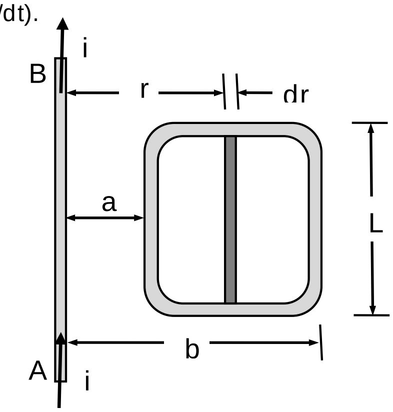
8.- Un alambre de 0.2 m, se mueve en un ángulo de 28º con respecto a un campo magnético de 8 mT. El alambre está tendido en dirección perpendicular al flujo. ¿Qué velocidad v se requiere para inducir una fem de 60 mV?

9.- Una barra de cobre de 30 cm de longitud está colocada perpendicularmente a un campo magnético de 0.8 T y se mueve en ángulo recto respecto al campo con una rapidez de 0.5 m/s. Determínese la fem inducida en la barra.

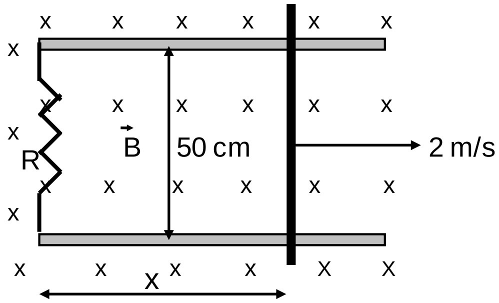
10.- En la figura hay un campo magnético en la dirección x, con B = 0.20 T y una espira de alambre en el plano yz. La espira tiene un área de 5 cm^2 gira alrededor de la línea CD como eje. El punto A gira hacia los valores positivos de x desde la posición indicada. Si la línea AE gira 50º a partir de la posición que se muestra en un tiempo de 0.20 s. a) ¿Cuál es el cambio en el flujo a través de la espira? b) ¿Cuál es la fem promedio inducida? c) ¿Fluirá la corriente inducida de A a C o de C a A en la parte superior de la espira?



11.- La corriente en el alambre largo y recto AB que se ilustra en la figura va hacia arriba y se incrementa en forma estable a razón de di/dt. a) En el instante en que la corriente es i, ¿cuáles son la magnitud y dirección del campo magnético a una distancia r hacia la derecha del alambre? b) ¿Cuál es el flujo $d\Phi_B$ a través de la banda angosta y sombreada? c) ¿Cuál es el flujo total a través de espira? d) ¿Cuál es la fem inducida en la espira? e) Determine el valor numérico de la fem inducida si a = 12.0 cm, b = 36.0 cm, L = 24.0 cm y di/dt = 9.60 A/s. R: a) $B = \mu_0 i / 2\pi r$ hacia la página, b) $d\Phi_B = (\mu_0 i / 2\pi r)L\,dr$, c) $\Phi_B = (\mu_0 i L / 2\pi) \ln (b/a)$, d) $\mathcal{E} = (\mu_0 L / 2\pi) \ln (b/a) (di/dt)$.



12. Como se muestra en la figura, una varilla de metal hace contacto con una parte de un circuito y lo completa, es decir, lo cierra. El circuito es perpendicular a un campo magnético de 0.15 T. Si la resistencia es de 3 Ω, ¿Cuál es la magnitud de la fuerza necesaria para mover la varilla como se indica con una rapidez constante de 2 m/s?



13.- Un generador desarrolla una fem de 120 V y tiene una diferencia de potencial de 115 V en sus terminales cuando la corriente de la armadura es de 25 A. ¿Cuál es la resistencia de la armadura?

14.- La bobina de un generador gira con una frecuencia de 60 Hz y desarrolla una fem máxima de 170 V. La bobina tiene 500 espiras, cada una con un área de 4 x 10^{-3} m^2. ¿Cuáles son la magnitud del campo magnético dentro del cual gira la bobina?

15.- Un generador produce una fem máxima de 24 V cuando la armadura gira a 600 rpm. Suponiendo que ninguna otra cuestión cambie, ¿cuál será la fem máxima cuando la armadura gire 1800 rpm?