

Experimento Opcional de:

Movimiento Circular Uniforme (MCU)

OMCU.1 Objetivo general

Estudiar el movimiento de un cuerpo que se mueve en una circunferencia.

OMCU.2. Objetivo específico

Estudiar como es su velocidad y aceleración, deducir la velocidad angular. Mostrar que el movimiento es mejor descrito en coordenadas polares

OMCU.3. Teoría

Un cuerpo para realizar una curvatura a partir de un movimiento rectilíneo necesita estar sujeto a una aceleración perpendicular a la dirección de la velocidad (centrípeta). Al curvarse, el movimiento horizontal pierde su existencia lineal pasando a ser un movimiento periódico expresado por la función de seno y coseno.

A partir de la medición de las coordenadas rectangulares y polares de los puntos registrados, seleccionados en la hoja de movimiento, y al graficarlas con respecto al tiempo, siguiendo el mismo procedimiento usado en el movimiento de un proyectil, encontramos, que las coordenadas horizontales tienen una dependencia temporal en forma de un coseno y la vertical de un seno. A partir de sus desplazamientos encontramos la velocidad y aceleración media del proyectil, que nos muestra una dependencia igualmente en senos y cosenos. Cosas relevantes que se obtienen es que la velocidad y la aceleración como magnitud son constantes y que como vector, el cambio de su posición se puede describir utilizando los vectores unitarios ortogonales polares \hat{e}_R y \hat{e}_θ . Al graficar los ángulos (con el eje X) y los radios, estos como función del tiempo, obtenemos una dependencia lineal en la parte angular y en la radial una línea horizontal. La primera indicando que la tangente (velocidad angular) es una constante de movimiento y en la segunda que el radio es también una constante del movimiento.

OMCU.4. Equipo y Materiales

1. Registrador de movimiento circular uniforme (figura 1)
2. Generador de Chispas
3. Transportador
4. Hoja de papel registro
5. Regla Graduada.
6. Cinta engomada

OMCU.5. Procedimiento

1. Cortar una hoja de papel registro del tamaño del disco. Con el sacabocado perforar el papel aproximadamente en el centro y sujetarla al disco con alguna cinta adherente, de tal manera que quede sin arrugas.
2. Colocar el dispositivo de registro (en el centro) (ver figura 1)..
3. Conectar el generador de Chispas a la toma de corriente.
4. Poner el cableado. Conectar el cable de la terminal roja, del generador, al conector de la terminal del poste, la negra al conector de las patas soporte.
5. Haga una marca de color al papel que le permita visualizar cuando debe cortar el disparo, con el fin de que no se encimen puntos.
6. Gire el disco y al pasar la marca accionar el generados y libere al acercarse la marca al chispeador (ver figura 2).
7. Apagar el equipo y retirar la hoja de registro.
8. Colocar la hoja registro sobre una hoja en blanco o de color, con el fin de trazar el centro en el hueco.
9. Para trazar el centro, una dos puntos opuestos, deje 3 o 4 huecos y vuelva unir dos puntos opuestos siga así hasta terminar el recorrido. (ver figura 3)
10. Trace un eje X en cualquiera de las líneas que una dos puntos opuestos, y el eje Y trazando una perpendicular desde el centro ya encontrado como la intersección de todas las líneas trazadas.
11. Mida los ángulos (grados) y los radios (mm) y llene la tabla I.
12. Mida las coordenadas X y Y de los puntos escogidos, dejando de 3 a 4 huecos entre puntos (denomine N como el número de huecos), y llévelos a la tabla I.
13. Utilice la hoja de datos de Excel de Microsoft, y rotule las columnas como en la tabla I. Y lléne, con los datos, las columnas ángulo grados, radio, X, e Y, etc, como se ve en la tabla I.
14. La columna ángulo radianes, se programa con: la casilla ángulo grados (θ), multiplique por π y divida por 180 ($\theta * \pi / 180$) al dar enter aparecerá el valor de grados en radianes, haga lo mismo para las casillas de abajo.

15. La columna tiempo segundos (t) se programa como: casilla tiempo (TN) multiplicada por 60 y dividida por N, ($t*60/N$) donde N es el número de huecos entre los puntos elegidos.
16. $X(\cdot)$, $Y(\cdot)$, $\theta(\cdot)$ y $R(\cdot)$, se programan igual que las de velocidad media en prácticas anteriores de cinemática.
17. $X(\ddot{\cdot})$, $Y(\ddot{\cdot})$, $\theta(\ddot{\cdot})$ y $R(\ddot{\cdot})$, se programan igual que la aceleración de prácticas de cinemática.
18. Llene la Tabla 1 con los resultados o bien inserte una copia de la matriz de Excel.
19. Grafique X vs t, Y vs t, R vs t y θ vs t, todas en una misma gráfica.
20. Grafique $X(\dot{\cdot})$ vs t, $Y(\dot{\cdot})$ vs t, $R(\dot{\cdot})$ vs t, y $\theta(\dot{\cdot})$ vs t, todo en una misma gráfica.
21. Grafique $X(\ddot{\cdot})$ vs t, $Y(\ddot{\cdot})$ vs t, $R(\ddot{\cdot})$ vs t, y $\theta(\ddot{\cdot})$ vs t, todo en una sola gráfica.

Nota $X(\dot{\cdot})$, $X(\ddot{\cdot})$ significa primera y segunda derivada temporal de X.

OMCU.6. Resultados

TABLA I

tiempo	tiempo en	ángulo	ángulo	radio	X	Y	Vx	Vy	d θ /dt	dR/dt	dVx/dt	dVy/dt	d ² θ /dt ²	d ² R/dt ²
N/60 (s)	segundos	grados	radianes	mm	mm	mm	mm/s	mm/s	ang/s	mm/s	m/s ²	m/s ²	ang/s ²	mm/s ²
*TN	t	θ	$\theta(\pi)$	R	X	Y	$X(\dot{\cdot})$	$Y(\dot{\cdot})$	$\theta(\dot{\cdot})$	$R(\dot{\cdot})$	$X(\ddot{\cdot})$	$Y(\ddot{\cdot})$	$\theta(\ddot{\cdot})$	$R(\ddot{\cdot})$

0														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														

* N es el número de intervalos tomados entre medidas

OMCU.6. Preguntas

- 1.- ¿Qué tipo de función dependiente del tiempo se ajusta a la gráfica de X y a la de Y, (donde X e Y son las coordenadas rectangulares)?
- 2.- ¿Qué tipo de función dependiente del tiempo se ajusta para la gráfica de θ y R (donde θ y R son las coordenadas polares)?

- 3.- ¿Hay diferencia con las gráficas X vs t y Y vs t , obtenidas del movimiento de un proyectil? explique cual cree que sea.
- 4.- La gráfica de Θ vs t y la de X vs t correspondiente al movimiento de un proyectil, ¿tienen el mismo tipo de dependencia?, ¿qué conclusión sacarías?
- 5.- X y Y no crecen más allá, ¿de que valor?. ¿Cómo le llamaría a ese valor?, ¿a qué corresponde en la hoja de movimiento?, ¿es constante?
- 6.- si ya identificó las funciones que representan X y Y , ahora sáquele la primera y segunda derivada (recuerde que el tiempo no puede ir solo como variable independiente), ¿Cuál es la amplitud de la primera derivada y cuál la de la segunda?, ¿qué unidades tienen?
- 7.- el vector de posición $\mathbf{OP} = X\mathbf{i} + Y\mathbf{j}$, el vector velocidad es $\mathbf{V} = X(\cdot)\mathbf{i} + Y(\cdot)\mathbf{j}$ y el vector aceleración $\mathbf{a} = X(\cdot\cdot)\mathbf{i} + Y(\cdot\cdot)\mathbf{j}$, ¿están expresadas en forma de senos y cosenos?, ¿cuáles serán sus magnitudes y como las llamaría?
- 8.-¿Cuál es la dirección de los vectores \mathbf{OP} , \mathbf{V} y \mathbf{a} , (es decir, sus vectores unitarios).
- 9.-En coordenadas polares R y Θ , ¿cómo representaría el vector \mathbf{OP} , \mathbf{V} y \mathbf{a} ?
- 10.- ¿En que coordenadas tendría más constantes de Movimiento?, es decir X , $X(\cdot)$, $X(\cdot\cdot)$, Y , $Y(\cdot)$, $Y(\cdot\cdot)$ ¿son constantes?, R , $R(\cdot)$, $R(\cdot\cdot)$, θ , $\theta(\cdot)$ y $\theta(\cdot\cdot)$ ¿son constantes?

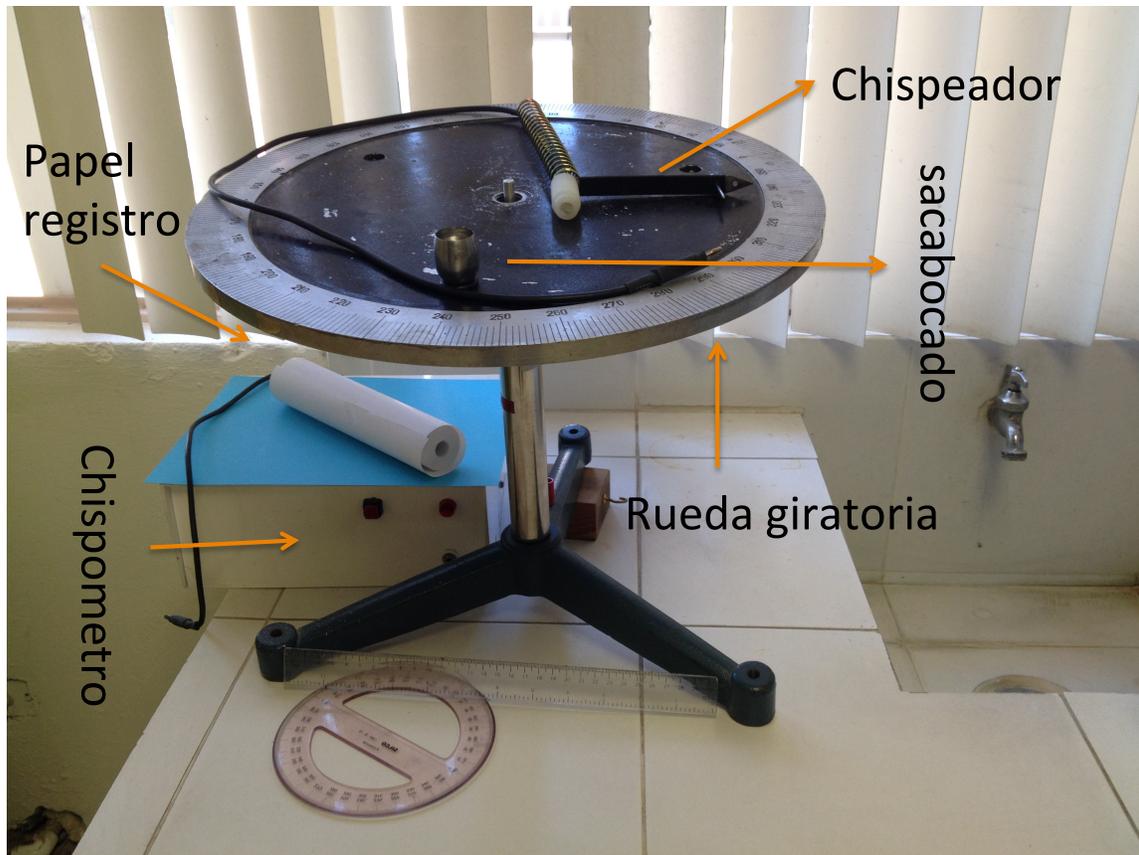


FIGURA 1. REGISTRADOR DE MOVIMIENTO CIRCULAR



FIGURA 2. EL REGISTRADOR EN POSICIÓN DE REGISTRAR.

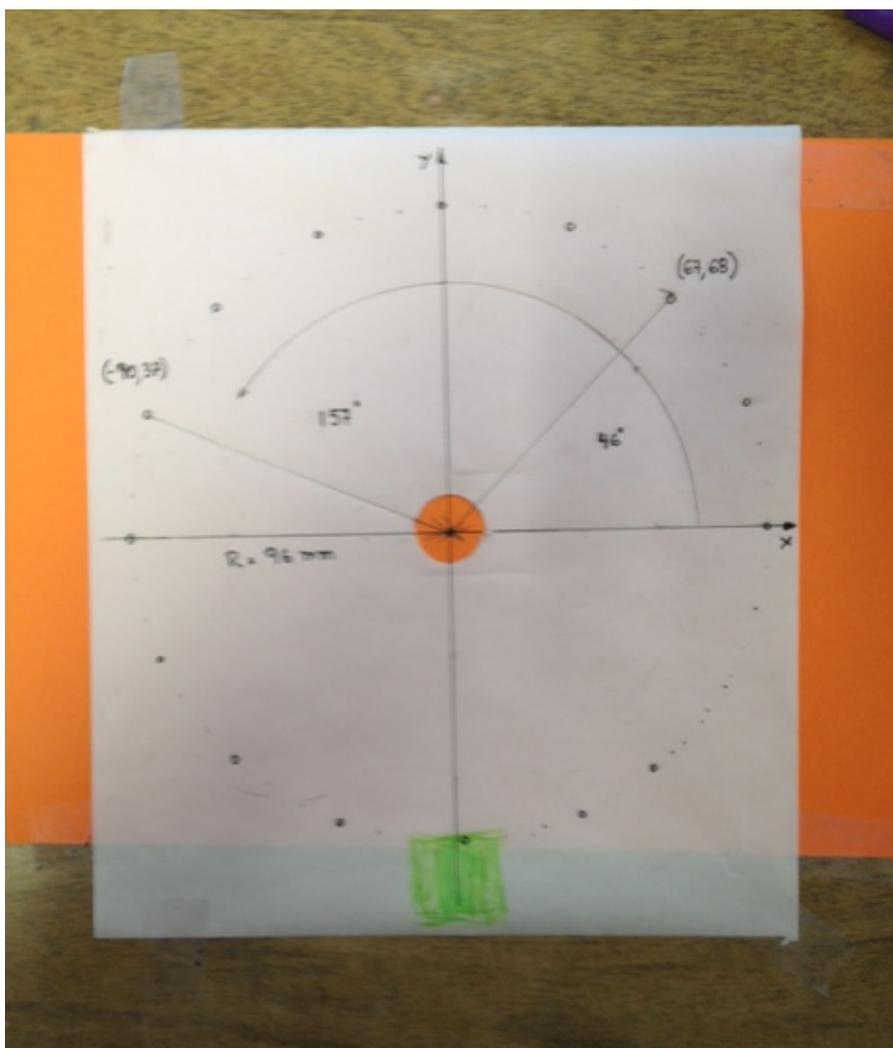


FIGURA 3. HOJA RESULTANTE CON 3 HUECOS ENTRE PUNTOS ELEGIDOS. SE MUESTRA LA MEDICIÓN DE DOS PUNTOS, EN COORDENADAS RECTANGULARES (X, Y) Y COORDENADAS POLARES (R, θ).

EXCLUSIVO MAESTROS (SOLO PARA REVISIÓN DE PRÁCTICA)

EJEMPLO

TABLA I (para maestros)

tiempo	tiempo en	ángulo	ángulo	radio	X	Y	Vx	Vy	dθ/dt	dR/dt	dVx/dt	dVy/dt	d ² θ/dt ²	d ² R/dt ²
N/60 (s)	segundos	grados	radianes	mm	mm	mm	mm/s	mm/s	ang/s	mm/s	m/s ²	m/s ²	ang/s ²	mm/s ²
*TN	t	θ	θ(π)	R	X	Y	X(-)	Y(-)	θ(-)	R(-)	X(-)	Y(-)	θ(-)	R(-)
0	0	0	0	95	99	0	-75.00	405.00	240.00	15.00	-1350.00	-900.00	0.00	-450
1	0.07	16	0.28	96	94	27	-165.00	345.00	240.00	-15.00	-1575.00	-450.00	0.00	675
2	0.13	32	0.56	95	83	50	-270.00	315.00	240.00	30.00	-675.00	-1575.00	-450.00	-450
3	0.20	48	0.84	97	65	71	-315.00	210.00	210.00	0.00	-1125.00	-1350.00	450.00	0
4	0.27	62	1.08	97	44	85	-390.00	120.00	240.00	0.00	0.00	-1800.00	0.00	0
5	0.33	78	1.36	97	18	93	-390.00	0.00	240.00	0.00	225.00	-1125.00	0.00	0
6	0.40	94	1.64	97	-8	93	-375.00	-75.00	240.00	0.00	450.00	-1800.00	225.00	-225
7	0.47	110	1.92	97	-33	88	-345.00	-195.00	255.00	-15.00	1125.00	-1350.00	-225.00	225
8	0.53	127	2.22	96	-56	75	-270.00	-285.00	240.00	0.00	900.00	-900.00	0.00	0
9	0.60	143	2.50	96	-74	56	-210.00	-345.00	240.00	0.00	2025.00	-450.00	0.00	-225
10	0.67	159	2.78	96	-88	33	-75.00	-375.00	240.00	-15.00	1350.00	-450.00	225.00	225
11	0.73	175	3.05	95	-93	8	15.00	-405.00	255.00	0.00	1800.00	225.00	-225.00	-225
12	0.80	192	3.35	95	-92	-19	135.00	-390.00	240.00	-15.00	2025.00	225.00	675.00	450
13	0.87	208	3.63	94	-83	-45	270.00	-375.00	285.00	15.00	1800.00	2250.00	-900.00	-225
14	0.93	227	3.96	95	-65	-70	390.00	-225.00	225.00	0.00				
15	1.00	242	4.22	95	-39	-85								

* N es el número de intervalos tomados entre medidas

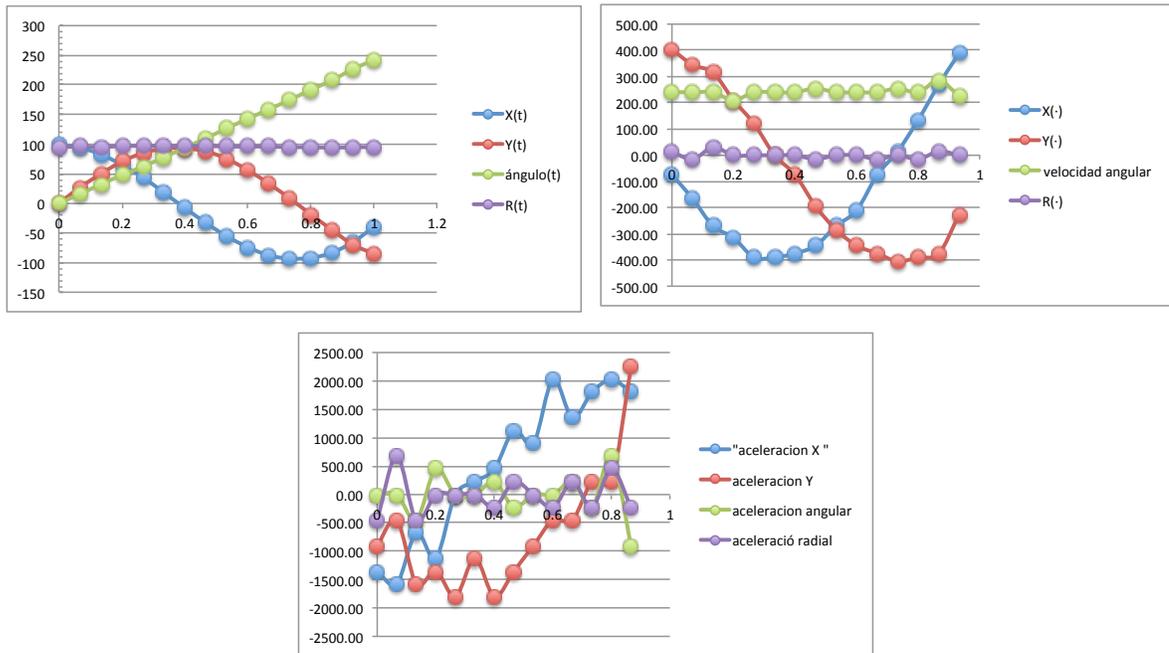


Figura 4.
 Gráfica superior Izquierda: posiciones contra tiempo.
 Gráfica superior derecha: velocidades medias contra tiempo.
 Gráfica inferior : aceleraciones medias contra tiempo.