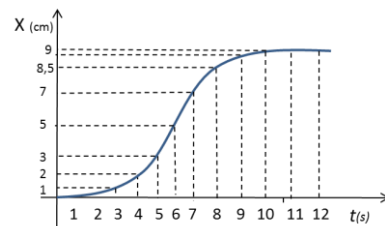
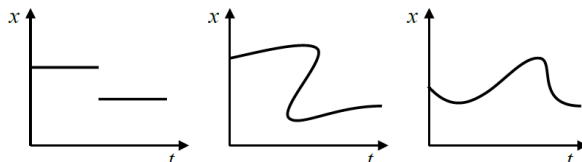


# CINEMÁTICA

1.- Mélody mueve el lápiz en línea recta sobre la hoja. La posición del lápiz respecto del punto inicial del movimiento se representa en el gráfico en función del tiempo. a) Intente mover el lápiz tal como lo hizo Mélody. b) ¿En qué instantes fue más rápido? c) ¿En algún momento se movió con velocidad constante? d) Dibuje una posible continuación para el gráfico que represente la vuelta del lápiz al punto de partida.

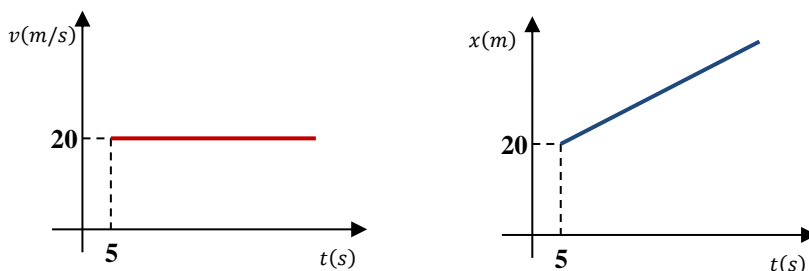


2.- Dados los siguientes gráficos de  $x(t)$  vs  $t$ , interprete y describa el movimiento, e indique en cada caso si pueden corresponder o no a movimientos de cuerpos reales. Justificar.



## Movimiento Rectilíneo Uniforme

3.- Los siguientes gráficos de posición y velocidad representan el movimiento de una partícula que viaja en línea recta. a) Escribir la ecuación horaria del movimiento. b) Determinar la posición de la partícula 10 segundos después de haber iniciado el movimiento.



$$[ a) x(t) = 20 + 20(t - 5) [m; s]; b) x_{10s} = 220 m ]$$

4.- Un barco parte del puerto de Vigo, España, con velocidad constante de 8 km/h. Algunos días más tarde llega al puerto de Buenos Aires, distante 10000 km del punto de partida. a) Adopte un sistema de referencia con origen en Vigo y escriba la ecuación horaria del movimiento del barco. b) Calcule cuántos días tarda en realizar el viaje. c) Grafique la posición del barco en función del tiempo. d) Ahora adopte un nuevo sistema de referencia con origen en Buenos Aires y positivo hacia Vigo y repita los tres puntos anteriores, ¿los resultados serán los mismos? [a)  $x(t)=8 \text{ km/h}\cdot t$ ; b) 52 días; d)  $x(t)=10000 \text{ km} - 8 \text{ km/h}\cdot t$ ]

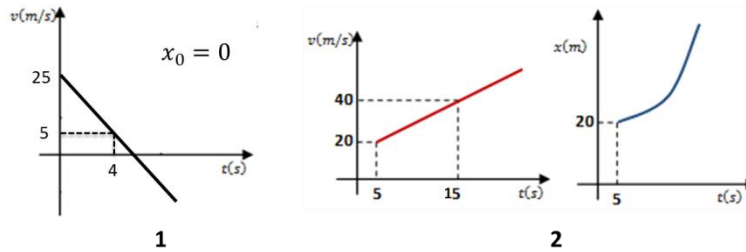
5.- A las 5 de la mañana, Ángel sale en auto desde Buenos Aires hacia Córdoba, a una velocidad que suponemos uniforme. La distancia entre esas dos ciudades es de 696 km. A las 9 de la mañana pasa por Pergamino (que está a 220 km de Buenos Aires). a) Utilice como origen de la posición la ciudad de Pergamino y escriba la ecuación horaria del auto. b) Calcule a qué hora llegó Ángel a Córdoba. c) Grafique la posición y la velocidad del auto en función del tiempo. [a)  $x(t)=55 \text{ km/h}\cdot(t-5) - 220 \text{ km}$ ; b) 17 h 39 m]

6.- Dos automóviles distan 5 km uno del otro, y marchan en sentidos contrarios, a 40 y 60 km/h. ¿Cuánto tardarán en cruzarse? Resuelva el problema analítica y gráficamente. [3 min]

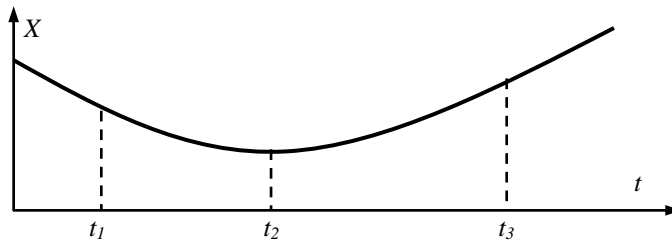
## Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

(en los problemas con \* considerar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

7.- Los siguientes gráficos de posición y velocidad representan el movimiento de una partícula que viaja en línea recta. Para los casos 1 y 2, a) hallar la aceleración; b) escribir las ecuaciones horarias de la posición y de la velocidad; c) determinar la posición de la partícula 10 segundos después de haber iniciado el movimiento. [a)  $a_1 = -5 \text{ m/s}^2$ ;  $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$ ; b)  $x_1(t) = 25 \text{ m/s} \cdot t - 2,5 \text{ m/s}^2 \cdot t^2$ ;  $V_1 = 25 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}^2 \cdot t$ ;  $x_2 = -55 \text{ m} + 10 \text{ m/s} \cdot t + 1 \text{ m/s}^2 \cdot t^2$ ;  $V_2 = 10 \text{ m/s} + 2 \text{ m/s}^2 \cdot t$ ; c)  $x_1(10\text{s}) = 0 \text{ m}$ ;  $x_2(10\text{s}) = 145 \text{ m}$ ]



8.- La figura muestra la gráfica de  $x = f(t)$  para un determinado cuerpo. ¿Cuáles son los signos algebraicos



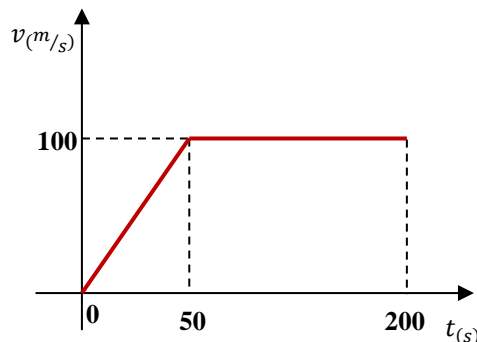
para velocidad y la aceleración en los instantes  $t_1, t_2, t_3$ ?

[ para  $t_1$ :  $v_{t_1} < 0$ ;  $a_{t_1} > 0$ . para  $t_2$ :  $v_{t_2} = 0$ ;  $a_{t_2} > 0$ . para  $t_3$ :  $v_{t_3} > 0$ ;  $a_{t_3} > 0$  ]

9.- Un automóvil parte con  $v_0 = 4 \text{ m/s}$ ; con  $a = 1 \text{ m/s}^2$ . Hallar cuánto recorre en el quinto segundo y en los primeros cinco segundos. [En el 5º seg.:  $8,5 \text{ m}$ ; en los primeros 5 seg.:  $32,5 \text{ m}$ ]

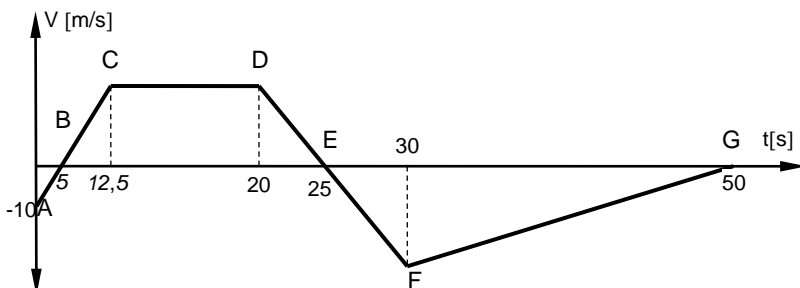
10.- Un tren va a una velocidad de  $+18 \text{ m/s}$ . a) Si el tren frena y se detiene en 15 segundos, calcular su aceleración y la distancia recorrida al frenar. Graficar la velocidad y la posición del tren en función del tiempo. b) Otro tren que va a la misma velocidad frena en una distancia de  $50 \text{ m}$ , calcular el tiempo que demoró en frenar. [a)  $-1,2 \text{ m/s}^2$ ;  $135 \text{ m}$ ; b)  $5,55 \text{ s}$ ]

11.- Una partícula, de masa despreciable, realiza un movimiento rectilíneo con velocidad según se muestra en el gráfico. Calcular la velocidad media de la partícula. [  $v_m = 87,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ]



12.- En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la velocidad en función del tiempo para un movimiento rectilíneo, conociendo que para  $t_0 = 0$ ;  $x_0 = 0$ , a partir de su lectura indique:

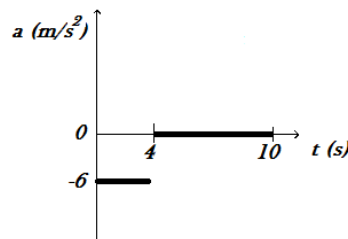
- El tipo de movimiento que representa cada tramo.
- El desplazamiento del móvil en el lapso  $t = 0$  y  $t_6 = 50$  s.
- ¿En qué punto del gráfico el móvil se encuentra más lejos del punto de partida?
- Realice un gráfico cualitativo del desplazamiento en función del tiempo.
- Realice un gráfico cualitativo de la aceleración en función del tiempo.



[ a) Tramo AC: MRUV. Tramo CD: MRU. Tramo DE: MRUV. Tramo FG: MURV. b)  $\Delta x = -6.25$  m ]

13.- El tiempo de reacción de un automovilista es 0,7 s. Cuando el automovilista avanza a 79,2 km/h ve un obstáculo en la carretera que se encuentra a 150 m de él. ¿Cuál debe ser el valor mínimo de la aceleración de frenado para que no ocurra un accidente? [  $a = -1,8$  m/s<sup>2</sup> ]

14.- Un móvil parte con una velocidad de 16 m/s y describe una trayectoria rectilínea, cuya aceleración se muestra en el gráfico. Representar gráficamente la posición y la velocidad del móvil en función del tiempo hasta los 10 s (indicar valores).



15.- Dos móviles salen de la misma posición en la misma dirección y sentido, pero con un intervalo de 10 s. El primero sale con velocidad constante de 36 km/h, y el segundo a 90 km/h, y frena a razón de 1 m/s, cada segundo. Hallar las posiciones donde se cruzan, graficar  $x = f(t)$ . [1º Encuentro:  $x_1 = 200$  m; 2º encuentro:  $x_2 = 300$  m]

16.- Elías roba una cartera a una señora y sale corriendo con velocidad constante de 16 km/h. La señora demora 5 segundos en darse cuenta qué sucedió y luego arranca con aceleración constante en la dirección en la que escapó Elías. La señora atrapa a Elías a 75 metros de donde aconteció el robo. a) Calcule la aceleración de la señora. b) Grafique la posición de ambos en función del tiempo en el mismo sistema de ejes. c) Grafique la velocidad de ambos en función del tiempo, ¿qué significa el punto de intersección? [a) 1,06 m/s<sup>2</sup>]

17.- Dos móviles A y B parten desde el reposo y simultáneamente del origen de coordenadas. Ambos se desplazan con MRUV en la misma dirección, pero en sentidos opuestos. El móvil A tiene una aceleración de 3 m/s<sup>2</sup>. Cuando han transcurrido 4 segundos de la partida la distancia entre ambos es de 40 metros.

- Calcular el módulo de la aceleración del móvil B. [2 m/s<sup>2</sup>]
- Representar la posición en función del tiempo de ambos vehículos en un mismo gráfico. Ídem para la velocidad de ambos.

18.- Se lanza un paquete con una velocidad de 3 m/s hacia arriba, por un plano inclinado con rozamiento no despreciable. El paquete asciende en línea recta hasta detenerse y luego regresa al punto de partida, tardando 2 s en subir y 4 s en bajar. Hallar:

- a) el valor de la aceleración que actúa en el ascenso y la distancia que recorre sobre el plano hasta detenerse.  
 b) el valor de la aceleración durante el descenso, y la velocidad con la que llega al punto de partida. Construir los gráficos de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para ese movimiento.

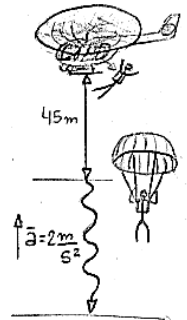
[Cuando sube:  $a_s = -1,5 \text{ m/s}^2$   $\Delta x = 3 \text{ m}$ ; Cuando baja:  $a_b = -0,375 \text{ m/s}^2$   $v_f = -1,5 \text{ m/s}$ ]

19.- \*Desde lo alto de una torre de 150 m se deja caer una piedra. a) Hallar cuánto tarda en llegar al piso. b) Calcular la velocidad con la que impacta en el piso. [a) 5,47 s; b) 54,7 m/s]

20.- \*Se lanza una pelota verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 20 m/s. a) Elegir un sistema de referencia y escribir las ecuaciones horarias de la pelota. b) Calcular su posición y su velocidad luego de 1 s; 3 s; y 10 s luego de su lanzamiento. c) Determine en qué instantes se encuentra a 10 m de altura. d) Calcule cuánto tarda en volver al punto de partida. e) Calcule la altura máxima que alcanza la pelota. f) Grafique su posición y su velocidad en función del tiempo. [c) 0,58 s y 3,49 s; d) 4 s; e) 20 m resp. al piso]

21.- \*Alfred arroja una piedra desde 45 metros de altura con respecto al piso y con una velocidad de 45 km/h hacia arriba. Calcular el tiempo que tarda la piedra en llegar al piso. Resuelva el ejercicio completo dos veces, primero, a) adopte un sistema de referencia con el cero en el piso y positivo hacia arriba; y segundo, b) adopte un sistema de referencia con el cero en el lugar del lanzamiento y positivo hacia abajo. [4,5 s en ambos sist. de ref.]

22.- Un paracaidista se deja caer desde un helicóptero, cae libremente los primeros 45 m en ese instante abre el paracaídas que produce una desaceleración resultante de  $2 \text{ m/s}^2$ , llegando al suelo con  $V = 6 \text{ m/s}$ . Hallar: a) ¿Cuál es la altura del helicóptero? b) ¿Cuánto tiempo estuvo el paracaidista en el aire? [ $h=256,5 \text{ m}$ ;  $t_i=14,88 \text{ s}$ ]



23.- \*Juan Cruz dirige Aldosivi – Crucero del Norte. Lanza una moneda verticalmente hacia arriba para el sorteo inicial. La moneda está en vuelo 2 segundos. a) Calcule cuánto tiempo estaría en vuelo la moneda si el partido se jugara en la Luna (considere que Juan Cruz arroja la moneda siempre con la misma velocidad inicial). Gravedad en la Luna:  $1,6 \text{ m/s}^2$ . b) Grafique la posición y la velocidad de la moneda en función del tiempo, en la Tierra y en la Luna. [12,5 s]

24.- \*Un cuerpo en caída libre recorre durante el último segundo una distancia de 20 m, calcular: a) el tiempo total empleado en la caída, b) la altura desde la que cayó, c) la velocidad final. [(Tomando +y hacia arriba)  $t_v = 2,5 \text{ s}$   $h = 31,25 \text{ m}$   $v_f = -25 \text{ m/s}$ ]

25.- Del extremo de un caño situado a 42 m de altura caen gotas de agua a intervalos de 0,2 s. Hallar: [suponiendo caída en vacío] a) ¿cuál es la separación entre las primeras 3 gotas cuando la primera llega al suelo? b) ¿cuántas gotas hay en el aire cuando la primera llega al suelo? [Entre la 1° y 2° gotas:  $\Delta x_{1-2} = 5,48 \text{ m}$ ; entre la 2° y 3° gotas:  $\Delta x_{2-3} = 5,15 \text{ m}$ ; n° de gotas en el aire: 14]

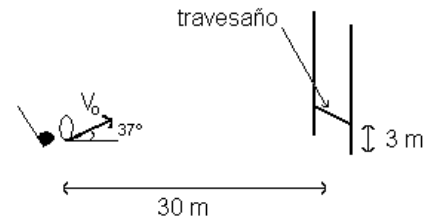
26.- \*Un cuerpo cae libremente desde 100 m de altura y simultáneamente, sobre la misma vertical se lanza desde el suelo hacia arriba, otro cuerpo que se cruza con el anterior a 80 m del suelo, hallar con que velocidad fue lanzado este cuerpo. ¿En qué momento/s están separados por 10 m? [2° cuerpo:  $v_o=50 \text{ m/s}$ ; Separados 10 m: 1° vez:  $t_1=1,8 \text{ s}$ ; 2° vez:  $t_2=2,2 \text{ s}$ ]

27.- \*Un globo sube con velocidad constante de 4 m/s, en el instante que está a 8,5 m del suelo, se lanza una piedra con  $v_0 = 16$  m/s desde una altura de 1,5 m, ¿a qué altura se cruzan? Grafique  $x(t)$  para ambos indicando en el gráfico los puntos de encuentro.  
[Se cruzan dos veces: a los 12,5 m y a los 14,1 m]

### Tiro oblicuo

28.- Un hombre está parado en la azotea de un edificio de 30 m y lanza una roca con una velocidad de 40 m/s, a  $37^\circ$  sobre la horizontal. Puede ignorarse la resistencia del aire. Calcule: a) la posición de la roca (coordenadas  $x$  e  $y$ ) a los 1 s; 3 s y a los 8 s después de haber partido; b) la altura máxima que alcanza la roca sobre la azotea; c) la rapidez de la roca justo antes de golpear el suelo; d) la distancia horizontal desde el edificio hasta el punto donde la roca golpea el suelo; e) el instante en que vuelve a pasar por el nivel de la azotea. [b) 29,38 m; c)  $v_f = 46,7$  m/s; d)  $d = 189,4$  m; e)  $t = 4,91$  s]

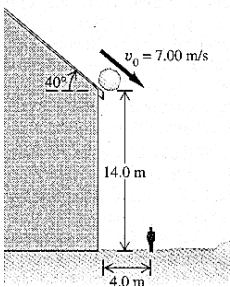
29.- \*Contepomi pateo una conversión luego de un try. La pelota parte desde el piso con una velocidad de 18 m/s y un ángulo de  $37^\circ$  con respecto a la horizontal. A 30 metros de donde parte la pelota, medidos en forma horizontal, se encuentra la "hache" con un travesaño a 3 m de altura del piso. a) Calcular si la pelota pasa por encima o por debajo del travesaño y a qué distancia de éste lo hace. b) ¿En qué punto de la trayectoria la velocidad de la pelota forma un ángulo de  $-30^\circ$  hacia abajo con la horizontal? [a) 2 m (aprox.) por debajo; b)  $x=27,4$  m;  $y = 2,4$  m]



30.- \* Una pelota lanzada a  $53^\circ$  sobre la horizontal golpea un edificio situado a 36 m en un punto a 3 m por sobre el punto de lanzamiento. Puede ignorarse la resistencia del aire. a) Calcule la magnitud de la velocidad inicial de la bola. b) Obtenga la magnitud y dirección de la velocidad de la bola justo antes de golpear el edificio. [ $v_0 = 20$  m/s;  $v_f = 18,4$  m/s  $\alpha = -49,4^\circ$  o bien:  $\vec{v}_f = (12\vec{i} - 13,9\vec{j})$  m/s]

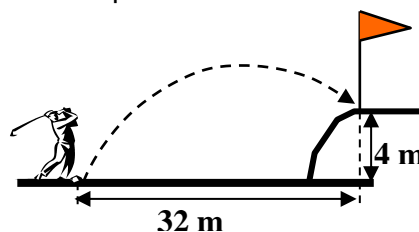
31.- Se lanza una piedra horizontalmente con una velocidad inicial de 10 m/s desde un balcón de 4 m de altura con respecto al piso. Simultáneamente, se suelta una segunda piedra del mismo punto. ¿Cuál de las dos llega primero al piso? [llegan al mismo tiempo]

32.- Un lanzador de bala suelta la bala a cierta distancia sobre el suelo con una velocidad de 14 m/s,  $49^\circ$  sobre la horizontal. La bola toca el suelo 2,40 s después. Puede ignorarse la resistencia del aire. a) ¿Cuáles son las componentes de la aceleración de la bala en vuelo? b) ¿Cuáles son las componentes de la velocidad de la bala al principio y al final de su trayectoria? c) ¿A qué distancia horizontal llegó la bala? d) ¿Por qué la expresión para el alcance no da la respuesta correcta para el apartado (c)? e) ¿A qué altura sobre el suelo se soltó la bala? [a)  $\vec{a} = (0\vec{i} - 9,81\vec{j})$  m/s<sup>2</sup>; b)  $\vec{v}_0 = (9,18\vec{i} + 10,56\vec{j})$  m/s,  $\vec{v}_f = (9,18\vec{i} - 12,96\vec{j})$  m/s; c)  $d = 22,04$  m; e)  $h = 2,88$  m]



33.- \*Una bola de nieve rueda por un techo con inclinación hacia abajo de  $40^\circ$  (ver figura). El borde del techo está a 14 m del suelo y la bola tiene una rapidez de 7 m/s al dejar el techo. Puede ignorarse la resistencia del aire. a) ¿A qué distancia horizontal golpea la bola el piso si no golpea otra cosa al caer? b) Un hombre de 1,9 m está parado a 4 m del granero. ¿Lo golpeará la bola? c) ¿Qué altura máxima podría tener el hombre para evitar el impacto? [a)  $d = 6,86$  m; b) no le pega]

34.- \*Un jugador de golf golpea la pelota de tal manera que penetra en el hoyo ubicado a 4 m por encima del nivel de disparo, luego estar en el aire exactamente 2 s. Hallar con los datos



del dibujo: a) la velocidad inicial y el ángulo de tiro. b) la altura máxima que alcanza la pelota c) ¿con qué velocidad y ángulo entra en el hoyo?

[ a)  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ ;  $\alpha = 36,5^\circ$ ; b)  $H = 7,2 \text{ m}$ ; c)  $\vec{v} = (16\vec{i} - 8\vec{j}) \text{ m/s}$  o bien  $|\vec{v}| = 17,8 \text{ m/s}$ ;  $\beta = -26^\circ$  ]

35.- \*¿Con qué velocidad inicial debe dispararse un cuerpo para que alcance su altura máxima a una distancia horizontal de 400 m desde donde fue lanzado si el ángulo de tiro es de  $60^\circ$ ? ¿Cuál es la velocidad y la altura en ese instante? ¿Con qué otro ángulo de tiro, y con la misma velocidad inicial, se obtiene el mismo alcance?

**Solución:**

Trabajando según el siguiente sistema de referencia:

Las ecuaciones del movimiento para este cuerpo son:

Según el eje x:  $x = v_{ix} t$  (1)

$v_x = v_{ix}$

Según el eje y:  $y = v_{iy} t - \frac{1}{2} g t^2$  (2)

$v_y = v_{iy} - g t$

De (1) se despeja  $t$  y se reemplaza en (2), se tiene la ecuación de la trayectoria.

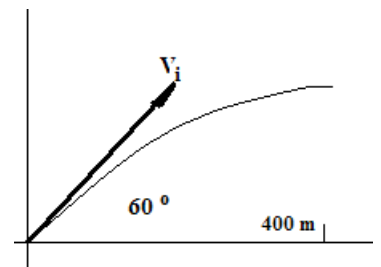
Por simetría, cuando  $x = 800$ ;  $y = 0$ ; ya que si  $x = 400 \text{ m}$ , la altura es máxima.

Despejando  $v_i = 95,15 \text{ m/s}$

Para la altura máxima se despeja  $t$  de (1) y reemplazando en (2)  $t = 8,4 \text{ s}$ ;  $y = 346,44 \text{ m}$

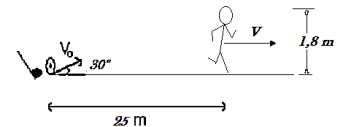
Con el valor del alcance en la expresión de la trayectoria se puede despejar el ángulo de lanzamiento

Y el otro valor que se obtiene es  $30^\circ$



36.- Un rifle tiene un alcance máximo de 500 m. a) ¿Para qué ángulos de elevación podría ser el alcance de 350 m? [ $\alpha_1 = 22,5^\circ$ ;  $\alpha_2 = 67,5^\circ$ ]

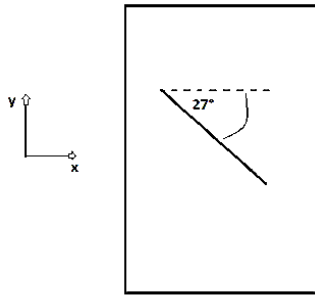
37.- \*Un jugador de fútbol patea una pelota. Ésta sale del piso con una velocidad de 20 m/s y un ángulo de  $30^\circ$  con respecto a la horizontal. En el mismo instante, un jugador del mismo equipo de 1,8 m de altura ubicado 25 m más adelante del punto de partida de la pelota inicia una carrera con velocidad constante en el sentido en que indica la figura. Calcular la velocidad con la que debe correr para que la pelota impacte en su cabeza. [3,4 m/s]



**Movimiento relativo**

38.- Un río fluye al norte a 2,4 m/s. Un hombre cruza el río remando un bote con velocidad relativa al agua de 4,2 m/s al este. El río tiene 1000 m de ancho. a) ¿Qué velocidad tiene en relación con la Tierra? b) ¿Cuánto tiempo le lleva cruzar el río? c) ¿A qué distancia al norte de su punto de partida llegará a la otra orilla? d) ¿Qué dirección debe tomar el bote para llegar a un punto en la orilla opuesta directamente al este de su punto de partida? e) ¿Qué velocidad tendría el bote en relación con la Tierra? f) ¿Cuánto tardaría en cruzar?

[ a)  $v_T = 4,84 \text{ m/s}$  formando un ángulo de  $29,74^\circ$  respecto del +x hacia el este; b)  $t = 238,1 \text{ s}$ ; c)  $D = 571,2 \text{ m}$ ; d)  $\alpha = 34,8^\circ$ ; e)  $v_T = 3,44 \text{ m/s}$ ; f)  $t = 290 \text{ s}$  ]



39.- Un niño dibuja una línea recta en una hoja. La velocidad del lápiz con respecto a Tierra está en la dirección de las “x” positivas. Un amiguito, para molestar, tira de la hoja con una velocidad en dirección “y”. En la hoja queda el dibujo (trazo grueso) que se muestra en la figura. El módulo de la velocidad del lápiz con respecto a la hoja es de 10 cm/s. Representar correctamente las direcciones y sentidos de todas las velocidades y calcular sus módulos. [ $V_{\text{lápiz/Tierra}}=8,91$  cm/s en +x;  $V_{\text{hoja/Tierra}}=4,5$  cm/s en +y]

40.- Dos trenes A y B, se desplazan sobre rieles paralelos a 70 km/h y 90 km/h, respectivamente. Calcular la velocidad relativa de A respecto a B si: a) se mueven en el mismo sentido, b) en sentido contrario, c) si los rieles forman un ángulo de  $30^\circ$ .

[ a)  $v_{rel.} = 20$  km/h; b)  $v_{rel.} = -160$  km/h; c) en el mismo sentido:  $\vec{v}_{rel} = (-29,37\vec{i} + 35\vec{j})$  km/h y en sentido contrario:  $\vec{v}_{rel} = (150,6\vec{i} + 35\vec{j})$  km/h ]

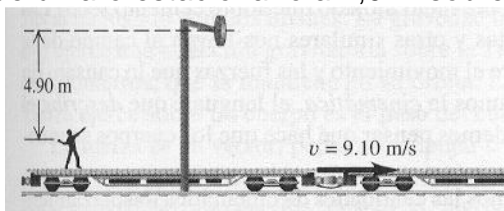
41.- En el interior de un ascensor que sube con velocidad de 2 m/s se deja caer una moneda desde 1,5 m de altura sobre el piso del ascensor, cuando dicho piso se encuentra a 30 m de altura sobre el suelo. Hallar: a) ¿Cuánto tardará la moneda en llegar al piso del ascensor?, b) ¿cuánto tardará en llegar al nivel del suelo, si se deja caer fuera del ascensor en movimiento?, c) ¿cómo cambiaría la respuesta (a) si en ese instante el ascensor estuviera subiendo con una aceleración de 2 m/s<sup>2</sup>?  
[ a)  $t = 0,55$  s; b)  $t = 2,75$  s; c)  $t = 0,50$  s ]

42.- Una persona sube una escalera automática que se encuentra inmóvil en 90 s. Cuando se encuentra parado en la misma escalera puesta en movimiento, la escalera lo sube en 60 s. ¿cuánto tiempo tardará en subir si lo hace caminando con la escalera en movimiento?  
[  $t = 36$  s ]

43.- \*En una película de aventuras, el héroe debe lanzar una granada desde su auto, que viaja a 74 km/h, hacia el de su enemigo, que viaja a 110 km/h. El auto del enemigo está 14,7 m por delante del héroe cuando éste suelta la granada. Si la velocidad inicial de la granada relativa al héroe está a  $45^\circ$  sobre la horizontal, ¿qué valor deberá tener? Ambos autos viajan en el mismo sentido por un camino plano, y puede ignorarse la resistencia del aire. Obtenga dicha velocidad, relativa al héroe y relativa a tierra.

[Relativa al héroe:  $\vec{v}_G = (14,7\vec{i} + 14,7\vec{j})$  m/s o bien:  $v_G = 21$  m/s; relativa a tierra:  $\vec{v}_G = (35,3\vec{i} + 14,7\vec{j})$  m/s o bien:  $v_G = 38,23$  m/s con ángulo  $\beta = 22,6^\circ$  respecto de la horizontal.]

44.- Un hombre sobre un vagón plano que viaja a 9,1 m/s (figura) quiere lanzar una pelota a través de un aro estacionario a 4,9 m sobre la altura de su mano de modo que la bola se mueva horizontalmente al pasar por el aro. El hombre lanza la bola con una rapidez de 12,6 m/s respecto a sí mismo. a) ¿Qué componente vertical debe tener la velocidad inicial? b) ¿Cuántos segundos después del lanzamiento la bola atravesará el aro? c) ¿A qué distancia horizontal del aro se deberá soltar la bola? [a) 9,8 m/s; b) 1 s; c) 17 m]

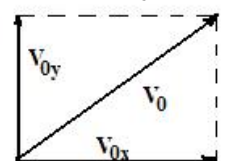


El hombre lanza la bola con una rapidez de 12,6 m/s respecto a sí mismo. a) ¿Qué componente vertical debe tener la velocidad inicial? b) ¿Cuántos segundos después del lanzamiento la bola atravesará el aro? c) ¿A qué distancia horizontal del aro se deberá soltar la bola? [a) 9,8 m/s; b) 1 s; c) 17 m]

### Solución:

Si se toma un sistema de referencia en el vagón pelota tendrá una velocidad de 12,6 m/s y en un sistema de referencia fijo al piso esta velocidad se ve incrementada por la velocidad propia del vagón. Como la pelota debe alcanzar su altura máxima al pasar por el aro entonces:

$$0 = V_{0y} - 9,8 \text{ m/s}^2 t \quad \text{y} \quad 4,9 \text{ m} = V_{0y} \cdot t - 4,9 \text{ m/s}^2 \cdot t^2$$



De donde eliminando  $t$  entre las dos ecuaciones resulta:

$$V_{0y} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 4,9} \text{ m/s} = 9,8 \text{ m/s}$$

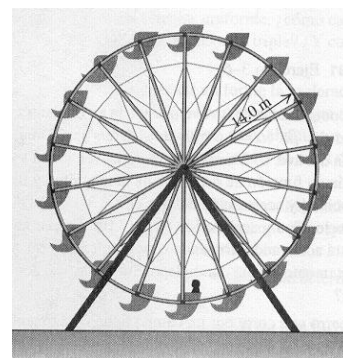
Reemplazando en la primera y despejando:  $t = 1 \text{ s}$ .

Por Pitágoras es posible hallar la  $V_{0x}$  de la pelota respecto al vagón que resulta de  $7,9 \text{ m/s}$  por loe la velocidad horizontal de la pelota respecto del piso será de  $7,9 + 9,1 \text{ m/s} = 17 \text{ m/s}$ , y ya que la pelota debe tardar  $1 \text{ seg}$  en pasar al aro, debe ser lanzada  $17 \text{ m}$  antes de llegar al aro. -

### Movimiento Circular Uniforme

45.- Una rueda de la fortuna (noria) de  $14 \text{ m}$  de radio gira sobre un eje horizontal en el centro con una frecuencia de  $5,45 \text{ rpm}$ .

- Calcule el período de rotación.
  - Calcule el módulo de la velocidad tangencial de los pasajeros.
  - ¿Qué magnitud y dirección tiene la aceleración del pasajero al pasar por el punto más bajo?
  - ¿Cómo es posible que tenga aceleración si la rapidez es constante?
- [ a)  $T = 11 \text{ s}$ ; b)  $8 \text{ m/s}$ ;  $a_{cp} = 4,57 \text{ m/s}^2$  ]



46.- Un automóvil de carreras recorre una pista circular cuyo radio es de  $250 \text{ m}$ . Si el automóvil se mueve con rapidez constante de  $45 \text{ m/s}$ . Calcular:

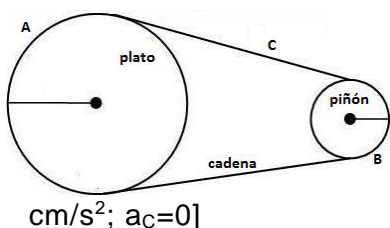
- La rapidez angular del automóvil
  - el valor y la dirección de la aceleración del automóvil.
- [ a)  $\omega = 0,18 \text{ s}^{-1}$  b)  $\vec{a} = 8,1\vec{r} \text{ m/s}^2$  ]

47.- En una prueba de "adaptación a g", un voluntario gira en un círculo horizontal de  $6,3 \text{ m}$  de radio. Diga con qué periodo de rotación la aceleración centrípeta tiene una magnitud de: a)  $2,5g$ ; b)  $10g$ . [ a)  $T = 3,19 \text{ s}$  b)  $T = 1,59 \text{ s}$  ]

48.- Sobre un disco de vinilo que rota con velocidad angular constante se colocan dos hormigas a distinta distancia del centro de rotación. La hormiga 1 está más cerca del centro que la hormiga 2.

- ¿Cuál de las dos tiene mayor período?
- ¿Cuál de las dos tiene mayor velocidad tangencial?
- ¿Y cuál mayor aceleración centrípeta?

[ b) y c) la hormiga 2 ]



49.- En la figura se representa esquemáticamente el sistema de transmisión de una bicicleta. El plato gira con  $\omega = 0,9 \text{ 1/s}$  y su radio es  $10 \text{ cm}$ . El radio del piñón es  $3 \text{ cm}$ . Calcular: a) El módulo de la velocidad tangencial de un eslabón de la cadena en los puntos A, B y C; b) la velocidad angular del piñón; c) el módulo de la aceleración del eslabón en cada punto. [ a)  $9 \text{ cm/s}$  en A, B y C; b)  $3 \text{ 1/s}$ ; c)  $a_A = 8,1 \text{ cm/s}^2$ ;  $a_B = 27 \text{ cm/s}^2$ ;  $a_C = 0$  ]

50.- ¿A qué hora después de las  $12 \text{ hs}$ , la aguja horario y minuterio forman un ángulo de  $\pi/2$ ? ¿y de  $\pi$ ? (sugerencia: escriba las ecuaciones horarias de las agujas) [ a)  $t = 16^{\text{min}} 22^{\text{s}}$  b)  $32^{\text{min}} 43,6^{\text{s}}$  ]

51.- Uno de los problemas de vivir en el espacio exterior es la aparente falta de peso. Una solución es diseñar estaciones espaciales que giran sobre su centro con una rapidez constante, creando una "gravedad artificial" en el borde exterior de la estación.

- Si el diámetro de la estación es de  $900 \text{ m}$ , ¿cuántas revoluciones por minuto se necesitan para que la aceleración de la "gravedad" sea  $9,8 \text{ m/s}^2$ ? ¿Es una aceleración centrípeta o centrífuga?
- Si la estación es un área de espera para pasajeros que van a la Luna, ¿cuántas r.p.m. se necesitan para que la aceleración de la "gravedad" sea  $1,62 \text{ m/s}^2$ ?



[ a)  $n = 1,41 \text{ r.p.m.}$  b)  $n' = 0,57 \text{ r.p.m.}$ ]

### Movimiento Circular Uniformemente Variado

52.- Un volante de 2 m de diámetro gira con aceleración angular constante de  $4 \text{ 1/s}^2$ . El volante está en reposo en  $t = 0$  y el radio vector del punto P en el borde hace un ángulo de  $57.3^\circ$  con la horizontal en este tiempo. Para el tiempo  $t = 2 \text{ s}$ , encuentre:

- la rapidez angular del volante.
- la velocidad lineal y la aceleración del punto P
- la posición angular del punto P.

[ a)  $\omega = 8 \text{ rad/s}$  b)  $v = 8 \text{ m/s}$   $\vec{a} = (64\vec{r} + 4\vec{t}) \text{ m/s}^2$  c)  $\theta = 9 \text{ rad}$ ]

53.- Un automóvil que se mueve en un circuito circular de radio 250 m parte desde el reposo y acelera uniformemente hasta una rapidez de 45 m/s en 15 s; luego continúa con velocidad angular constante. Encuentre:

- La rapidez angular promedio del automóvil en ese intervalo. Ayuda:  $\omega_{\text{prom}} = (\omega_f - \omega_o)/2$ .
- La aceleración angular del automóvil.
- Las componentes de la aceleración del automóvil para  $t = 10 \text{ s}$ .
- La distancia total recorrida en los primeros 30 s.
- La cantidad de vueltas que dio en los primeros 30 s.

[ a)  $\omega_p = 0,09 \text{ rad/s}$  b)  $\gamma = 0,012 \text{ rad/s}^2$  c)  $\vec{a} = (3,6\vec{r} + 3\vec{t}) \text{ m/s}^2$  d)  $d = 1012,5 \text{ m}$ ; e)  $0,64 \text{ vueltas}$ ]

54.- Una rueda que inicialmente está girando con una velocidad angular de  $30 \text{ 1/s}$  se detiene en 15 s. a) Calcule su aceleración angular; y b) la cantidad de vueltas que dio hasta detenerse. [a)  $-2 \text{ 1/s}^2$ ; b)  $35,8 \text{ vueltas}$ ]

55.- La velocidad angular de un motor que gira a 100 rpm aumenta a 1200 rpm en 10 segundos. Calcule:

- La aceleración angular y el número de vueltas giradas en ese intervalo.
- Hacer un gráfico cualitativo de los vectores velocidad tangencial, aceleración tangencial y aceleración normal.
- Hacer un gráfico cualitativo de los vectores velocidad angular y aceleración angular.

[ a)  $\alpha = 11,51 \frac{1}{\text{s}^2}$ ;  $N = 108,26 \text{ vueltas}$  ]

56.- Un volante parte del reposo y acelera de tal modo que su velocidad angular aumenta uniformemente hasta 7200 rpm en 120 s. luego de girar durante un cierto tiempo a esa velocidad se aplican los frenos y se detiene en 5 min. El número total de vueltas que dio el volante es de 50000. Determinar el tiempo total de rotación.

[  $t = 626,67 \text{ s}$  ; o bien :  $t = 10^m 26^s$  ]

### Ejercicios variopintos de cinemática

57.- Un automóvil recorre 150 km a una velocidad de 100 km/h. luego marcha durante 3 h a 80 km/h, permanece detenido 20 min., y por último recorre 100 km en 50 min. Calcular la rapidez media del recorrido. [  $v_m = 86,5 \text{ km/h}$  ]

58.- Un automóvil realiza un viaje de 300 km. a una rapidez media de 50 km/h. Un segundo automóvil sale una hora más tarde y llega al mismo destino, dos horas antes que el primero. ¿Cuál es la rapidez media del segundo automóvil? ¿En qué momento se cruzan?

[  $v_2 = 100 \text{ km/h}$  ;  $2 \text{ hs}$  ]

59.- Dos móviles salen de dos ciudades A y B en sentido contrario con velocidades constantes de  $V_A = 10 \text{ m/s}$  y  $V_B = 5 \text{ m/s}$ . Hasta el punto de encuentro, si el que sale de A recorre una distancia que

es cuatro veces mayor que la recorre el que sale de B, y sale 2 minutos antes del otro, ¿qué distancia hay entre A y B? [ 3000 m]

60.- Un tren **A** pasa por una estación a 144 km/h, 20 s después pasan por otra estación ubicada a 1800 m, dos trenes, uno B en sentido contrario a 72 km/h y el otro, **C** en el sentido del primero a 30 m/s. Se requiere: a) Plantear las ecuaciones horarias  $x = f(t)$  correspondientes a los movimientos de los trenes referidos a la primera estación. b) Con ellas armar dos sistemas de ecuaciones que permitan calcular los tiempos en que se producen todas las posibilidades de encuentros y obtener con ellas dichos tiempos. c) Hallar las posiciones en que se producen los encuentros referidos a la estación citada en primer término. d) Resolver el problema gráficamente en forma esquemática. [Encuentro entre los trenes **A** y **B**:  $t_e = 36,7$  s;  $x_e = 1466,8$  m Encuentro entre los trenes **A** y **C**:  $t_e = 120$  s;  $x_e = 4800$  m]

61.- Un automotor circula por una ruta de doble carril, siguiendo un camión que viaja a 80 km/h; el auto conserva una distancia prudente con el camión, circulando 30 metros por detrás (considere para este ejercicio, a los móviles como puntos materiales; y a la distancia referida como la diferencia entre los respectivos centros de masa). El automotor desea pasarlo, pero la máxima permitida es de 90 km/h.

a) Cuando tiene el camino despejado, empieza a acelerar, se cambia al otro carril, acelerando uniformemente de 80 km/h a 90 km/h en 5 segundos, y luego mantiene la velocidad constante. Al terminar de acelerar, ¿a qué distancia del camión se encuentra el auto?

b) Desde el momento en que el automóvil empieza a acelerar ¿cuánto tiempo transcurre hasta que alcanza al camión? ¿Qué distancia ha recorrido el auto en ese tiempo?

c) Cuando va 30 metros delante del camión, vuelve al carril inicial. ¿Cuánto tiempo requiere todo el proceso de adelantamiento? ¿Qué distancia ha viajado el auto durante este tiempo?

d) Si en el carril contrario avanza un auto a 130 km/h, ¿qué distancia mínima debe separarlos al inicio de la maniobra para que no haya colisión entre ellos?

[a) 23,1 m; b)  $\Delta t = 13,3$  s;  $d = 326,4$  m; c)  $\Delta t = 24,1$  s y 596,4 m; d) 1467 m.]

62.- Un tren parte del reposo y se mueve con  $a = 0,2$  m/s<sup>2</sup>, hasta alcanzar  $v = 144$  km/h, sigue un tramo con esta velocidad, luego frena hasta detenerse con  $a = 0,4$  m/s<sup>2</sup>; si recorrió en total 30 km. encontrar cuánto duró el viaje. [15<sup>min</sup>]

63.- Un móvil parte del reposo y recorre, con aceleración constante, durante el sexto segundo 22 m, hallar la velocidad final, el desplazamiento en los primeros 20 s. [ $v_f = 80$  m/s ;  $\Delta x = 800$  m]

64.- \*Un cuerpo lanzado hacia arriba por un plano inclinado 45° alcanza una altura máxima, vertical, de 20 m. calcular la velocidad inicial del cuerpo y el tiempo total en subir y bajar. [ $v_0 = 20$  m/s  $t_v = 5,7$  s]

65.- Las coordenadas de una partícula que se mueve en el plano xy están dadas en función del tiempo por  $x = \alpha t$ ,  $y = 19 - \beta t^2$  ( $\alpha = 1,40$  m/s y  $\beta = 0,6$  m/s<sup>2</sup>). a) ¿A qué distancia está la partícula del origen en  $t = 2$  s? b) ¿Qué velocidad (valor y dirección) tiene en ese instante? c) ¿Qué aceleración (valor y dirección) tiene en ese instante? d) ¿En qué instantes la velocidad de la partícula es perpendicular a su aceleración? e) ¿Y a su vector de posición? ¿En dónde está la partícula en esos instantes? f) Dibuje la trayectoria de la partícula.

[ a)  $d = 16,8$  m ; b)  $|\vec{v}| = 2,78$  m/s  $\beta = 300^\circ$  o  $\vec{v} = (1,4\vec{i} - 2,4\vec{j})$  m/s ; c)  $\vec{a} = -1,2\vec{j}$  m/s<sup>2</sup> d) En  $t = 0$  y  $\vec{r} = (0\vec{i} + 19\vec{j})$  m e) en  $t_1 = 0$  y en  $t_2 = 5,38$  s y  $\vec{r} = (7,53\vec{i} + 1,63\vec{j})$  m ]

66.- Un pescador desea cruzar un río de 1 Km de ancho, el cual tiene una corriente de 4 km./h hacia el norte. El pescador está sobre el lado oeste. Su bote se impulsa con una rapidez de 5 km/h respecto al agua. a) ¿En qué dirección deberá apuntar para hacer el cruce en un tiempo mínimo? b) ¿Cuánto tiempo le tomara para cruzar? c) ¿Determine la velocidad del bote con respecto a un

observador estacionario en la tierra. d) ¿Encuentre el desplazamiento final corriente abajo. e) ¿En qué dirección debe salir para cruzar el río perpendicularmente a la orilla?

[ a) Este ; b)  $12^{min}$  ; c)  $6,4 \text{ km}$  a  $38,6^\circ$  al N del E ; d)  $0,8 \text{ Km}$  e ; e)  $53^\circ$  al S del E ]

67.- Una canoa tiene una velocidad de  $0,30 \text{ m/s}$  al noroeste relativa a la Tierra. La canoa está en un río que fluye a  $0,50 \text{ m/s}$  al oeste en relación con la Tierra. Calcule la velocidad (magnitud y dirección) de la canoa relativa al río. [  $\vec{v}_{rel.} = (0,288\vec{i} + 0,212\vec{j}) \frac{m}{s}$  o bien:  $|\vec{v}_{rel.}| = 0,357 \frac{m}{s}$   $\beta = 36,35^\circ$  ]

68.- Un modelo de rotor de helicóptero tiene cuatro aspas, cada una de  $3,20 \text{ m}$  de largo desde el eje central hasta el extremo del aspa. El modelo se gira en un túnel de viento a  $600 \text{ rpm}$ .

a) ¿Qué rapidez lineal tiene la punta del aspa en  $\text{m/s}$ ?

b) ¿Qué aceleración radial tiene la punta del aspa, expresada como un múltiplo de  $g$ ?

[ a)  $v = 201 \text{ m/s}$  b)  $a_{cp} \cong 1289 g$  ]