PROBLEMAS RESUELTOS

SERIE Nº 3 : CINEMATICA

Problema Nº 1

Un tren parte de Corrientes hacia Buenos Aires, con movimiento rectilíneo uniforme, con una velocidad de 65 km/h. Después de 12 horas, parte otro tren en sentido contrario, desde Buenos Aires (situado a 1100 km. de Corrientes) a 130 km/h. Determinar analíticamente y gráficamente a qué distancia de Corrientes se encuentran.

Solución:

Los desplazamientos medidos desde Corrientes son:

para el tren que parte de Corrientes: $x_c = v_c \,.\, t_c$ (1)

para el tren que parte de Buenos Aires: $x_b = d - v_b \,.\, t_b$ (2)

Como el tren que partió de Buenos Aires salió 12 hs. después: $t_b = t_c - 12$ h. (3)

Para que los trenes se encuentren debe ser: $x_c = x_b$

Considerando las ecuaciones anteriores obtenemos:

$$t_c = \frac{d + v_b.12h}{v_c + v_b} = \frac{110\,km + (130\,km/h).12h}{(130+65)km/h} = 13h38\,min\,27{,}69\,seg$$

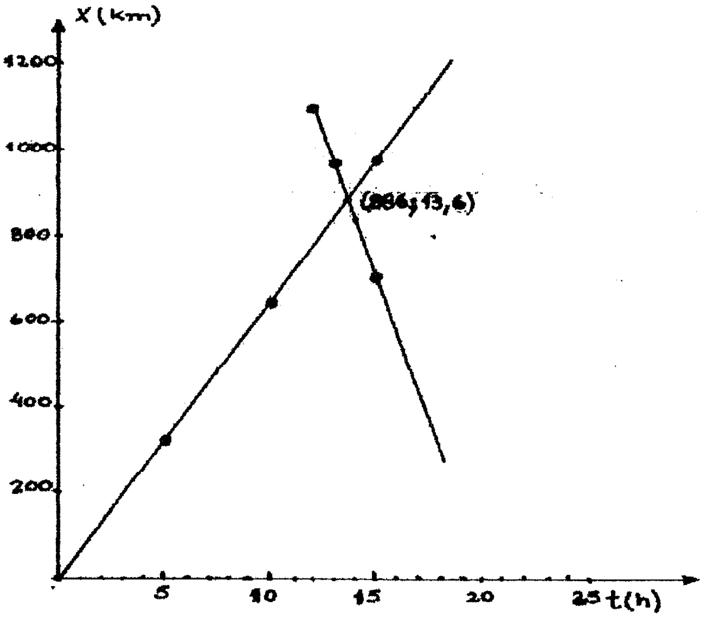
Por lo tanto $x_c = v_c \,.\, t_c = 65$ km/h . 13,641 h = 886,66 km

Para resolver gráficamente es necesario confeccionar las tablas de valores, representar cada uno de los desplazamientos y en el punto de intersección de las rectas, se obtendrá el tiempo y la distancia en que se encuentran.

t (h)	$x_c = 65.\ t$ (km)
0	0
5	325
10	650
15	975

t (h)	x_c = [1100 – 130 (t-12)] (km)
12	1100
13	970
14	840
15	710

He aquí el gráfico correspondiente



Problema N° 2.-

Un auto parte del reposo y se desplaza con una aceleración de $1 m.s^{-2}$ durante 1 seg. Luego se apaga el motor y el auto desacelera debido a la fricción, durante 10 seg. a un promedio de $5 cm.s^{-2}$. Entonces se aplican los frenos y el auto se detiene en 5 seg. más.

a) Calcular la distancia total recorrida por el auto.
b) Hacer un gráfico de x, v, y a contra t.

Solución:

a) La aceleración del automóvil no se mantiene constante en todo su trayecto, en consecuencia, es necesario analizar y determinar los valores de las magnitudes por etapa.

En la primera etapa el movimiento rectilíneo es uniformemente acelerado:

a_1 = cte. = 1 m/s^2; v_{01} = 0 m/s ; x_{01} = 0 m ; t_1 = 1 seg.

$x_1 = x_{01} + v_{01} \, . \, t_1 + ½ \, a_1 \, . \, t_1^2 = (0 + ½. \, 1.1^2)$ m = 0,5 m.

$v_{f1} = v_{01} + a_1 \, . \, t_1 = 1 \text{ m/s}^2 \, . \, 1 \text{ s} = 1$ m/s.

En la segunda etapa, el movimiento es uniformemente desacelerado:

a_2 = cte. = -5 cm/s^2 = -0,05 m/s^2 ; t_2 = 10 s.

$v_{02} = v_{f1}$ = 1 m/s ; $x_{02} = x_1$ = 0,5 m

$x_2 = x_{02} + v_{02} \, . \, t_2 + ½ \, a_2 \, . \, t_2^2 = (0,5 + 1 \, . \, 10 + ½. \, (-0,05) \, . \, 10^2)$ m = 8 m.

$v_{f2} = v_{02} + a_2 \, . \, t_2 = 1 \text{ m/s} + (-0,05 \text{ m/s}^2) \, . \, 10 \text{ s} = 0,5$ m/s.

En la tercera etapa, el movimiento es uniformemente desacelerado:

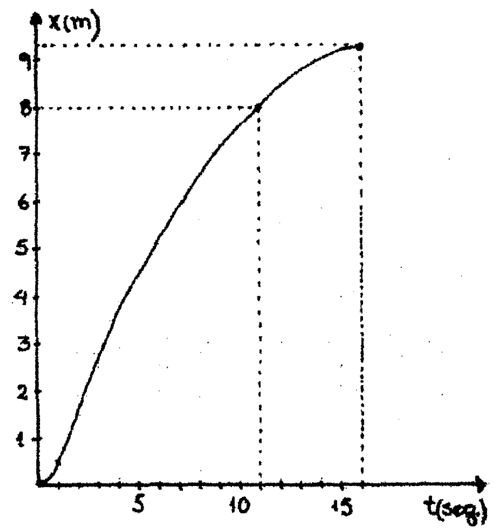
$x_{03} = x_2$ = 8 m ; $v_{03} = v_{f2}$ = 0,5m/s; v_{f3} = 0 m/s ; t_3 = 5 s

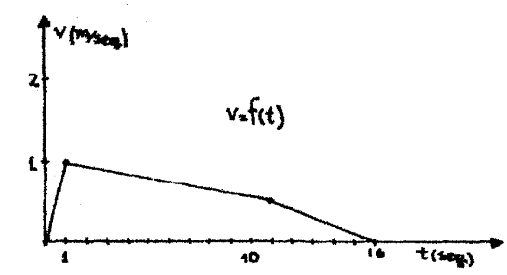
$a_3 = (v_{f3} - v_{03}) \div t_3 = (0 \text{ m/s} - 0,5 \text{ m/s}) \div 5 \text{ s} = -0,1 \text{ m/ s}^2$

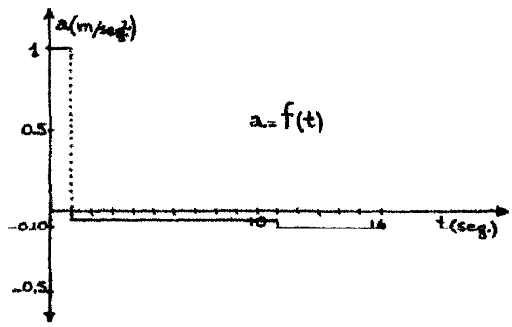
$x_3 = x_{03} + v_{03} \, . \, t_3 + ½ \, a_3 \, . \, t_3^2 = (8 + 0,5 \, . \, 5 + ½. \, (-0,1) \, . \, 5^2)$ m = 9,25 m.

La distancia total recorrida por el auto es de 9,25 m.

b) Las gráficas correspondientes son:







Problema Nº 3:

Supongamos una partícula que se mueve sobre el eje x, con una función del tiempo: $f(t) = 1/3\ t^3 - t$, con $t = 0$, siendo las unidades el metro y el segundo. Se pide:

a) Hallar la distancia de la partícula al origen, en el instante $t = 1$ s.
b) Regresará la partícula al origen?. Cuándo?
c) Hallar la velocidad media de la partícula durante el tercer segundo.
d) En qué sentido y con qué velocidad se mueve la partícula en el instante $t = 0$ s.
e) Hallar la velocidad para $t = 2$ seg.
f) En qué instante la velocidad es de 48 m/s.?
g) En algún momento cambia la partícula el sentido de movimiento? Cuándo?
h) Cuál es la aceleración para $t = 0$ seg.?
i) Disminuye en algún momento la velocidad de la partícula?

Solución:

a) Para $t = 1$ seg.; $x = f(1) = 1/3.\ 1^3 - 1 = -2/3$ m

b) Si la partícula regresa al origen $x = 0$

$x = 1/3.\ t^3 - t = 0$; $t.\ (1/3.t^2 - 1) = 0$

o sea $t = 0$ (en el instante inicial) ó

$(1/3.t^2 - 1) = 0$ implica que $t = \pm\sqrt{3} = 1{,}73$ seg.

por lo tanto regresará al origen a los 1, 73 segundos.

c) $dx / dt = t^2 - 1$

d)
$$v_{2-3} = \frac{v_{(3)} + v_{(2)}}{2} = \frac{(3^2-1)+(2^2-1)}{2} = \frac{(9-1)+(4-1)}{2} = 5{,}50 \text{ m/s}$$

e) para $t = 0$ s ; es $v = 0^2 - 1 = -1$m/s (sentido contrario al desplazamiento positivo)

f) para $t = 2$ s ; $v_2 = 2^2 - 1 = 3$ m/s

g) $v = t^2 - 1 = 48$ m/s implica que $t = \sqrt{49} = 7$ seg.

h) La partícula cambia el sentido de movimiento, cuando la velocidad se anula:
$v = t^2 - 1 = 0$ m/s implica que $t = \sqrt{1} = 1$ seg.

i) $a = \dfrac{d^2x}{dt^2} = 2.t$ para $t = 0$ seg. la aceleración es nula.

j) La velocidad de la partícula disminuye durante el primer segundo, en valor absoluto únicamente.

Problema Nº 4:

Un auto parte del reposo y se mueve con una aceleración de 4 $m.s^{-2}$ y viaja durante 4 seg. Durante los siguientes 10 seg. se mueve con movimiento uniforme. Se aplican luego los frenos y el auto desacelera a razón de 8 $m.s^{-2}$, hasta que se detiene. Hacer un gráfico de la velocidad contra el tiempo y demostrar que el área comprendida entre la curva y el eje del tiempo mide la distancia total recorrida.

Considerando por tramo:

En el primer tramo
para t= 0 s $v_{01} = 0$ m/s

para t = 4 s $v_{f1} = a_1 \cdot t_1 = 16$ m/s.

El segundo tramo recorre con M.R.U.

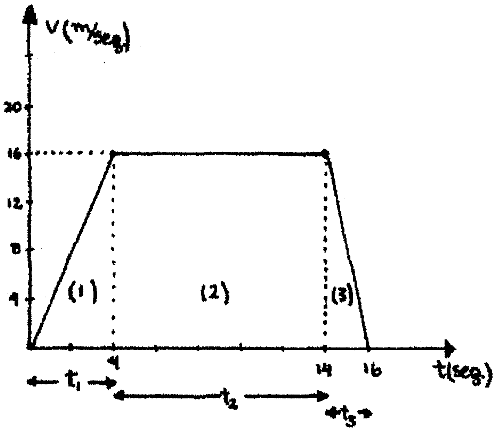
$v_{02} = v_{f1} = v_{f2} = 16$ m/s.

El tercer tramo recorre con M.R.U.A.

$v_{03} = 16$ m/s $v_{f3} = 0$ m/s.

$$t_3 = \frac{v_{f3} + v_{03}}{a_3} = 2 \text{ s.}$$

Analíticamente, se calcula la distancia total recorrida:



$x_1 = v_{01} \cdot t_1 + ½\, a_1 \cdot t_1^2 = (0 + ½ \cdot 4 \cdot 4^2)$ m = 32m.

$x_2 = x_{02} + v_{02} \cdot t_2 = 32$ m + 16 s. = 192 m.

$x_3 = x_{03} + x = 192$ m + 16 m = 208 m = distancia total; siendo $x = \dfrac{0^2 - 16^2}{-2.8}$ m

la gráfica obtenida es un trapecio, donde:

B = base mayor = 16
b = base menor = 10
h = altura = 16

Su área es = A (B + b) . h / 2 = (16 +10) . 16 / 2 = 208.

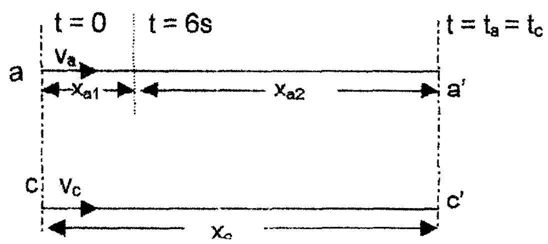
Comparando los valores obtenidos analíticamente y gráficamente se deduce: 'El área comprendida entre la curva y el eje del tiempo mide la distancia total recorrida'.
Nota: El área total puede calcularse, sumando las áreas de los triángulos (1) y (3) y el rectángulo (2).

Problema Nº 5:

Un auto está esperando que cambie la luz roja. Cuando la luz pasa a verde, el auto acelera uniformemente durante 6 segundos a razón de 2 m s^{-2}, después de lo cual se mueve con velocidad constante. En el instante que el auto comienza a moverse, un camión que se mueve en la misma dirección y sentido con movimiento uniforme a 10 m s^{-1} lo pasa. Calcular en qué tiempo y a qué distancia se encontrarán nuevamente el auto y el camión.

Solución:

Para que los móviles se encuentren:
$x_a = x_c$ y $t_a = t_c$



Para hallar el espacio total del automóvil, hay que considerar el espacio recorrido con aceleración constante, durante los 6 seg. y el recorrido con velocidad constante, durante un tiempo igual a (t_a – 6 s) y calcular la velocidad obtenida a los 6 s.

x_{a1} = ½ a . t^2 = ½. 2. m/s^2(6s)^2 = 36m.

v_{a6} = a . t = 2 m/s^2 . 6 s. = 12 m/s

x_{a2} = v_{a6} (t_a - 6s) = 12 m/s (t_a - 6s) = 12 m/s . t_a - 72m.

por lo tanto $x_a = x_{a1} + x_{a2}$ = 36 m + (12m/s . t_a – 72 m) = 12 m/s . t_a – 36 m

Para el camión $x_c = v_c . t_c$ = 10 m/s . t_c

Para que se encuentren: $x_a = x_c$

12 m/s . t_a – 36 m = 10 m/s . t_c pero $t_a = t_c = t$

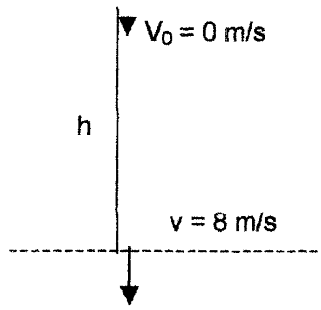
por lo tanto t = [36 ÷ (12 – 10)] seg. = 18 s.

x = x_c = 10 m/s . 18s. = 180 m

Conclusión: los móviles se encontraran a los 18 segundos y a 180 metros.

Problema N° 6:

Calcular la altura con respecto al suelo desde la que se debe dejar caer un cuerpo para que llegue a aquél, con una velocidad de 8 m/s. Se desprecia la resistencia del aire. Graficar v = f(e).



Solución:

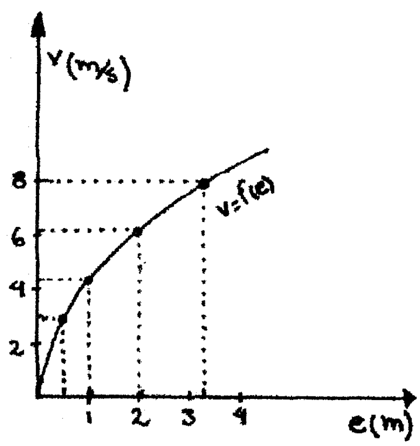
Considerando las leyes de caída libre:

$v_f^2 = 2\,g\,h$

Por lo tanto $h = \dfrac{v_f^2}{2g} = \dfrac{(8m/s)^2}{2.9{,}8m/s^2} = 3{,}26m$

Tabla para representar la velocidad en función del espacio recorrido.

e (m)	$v = \sqrt{2ge}$ (m/s)
0	0
0,5	3,13
1	4,42
2	6,26
3,26	8



Problema N° 7:

Se deja caer una piedra desde un elevado precipicio y 1 segundo más tarde es lanzada otra piedra verticalmente hacia abajo, con una velocidad de 18 m/s. Calcular a qué distancia por debajo del punto más alto del precipicio, alcanzara la segunda piedra a la primera.

Solución:

La primera piedra cae libremente por lo tanto $h_1 = ½ . g . t^2$

La segunda piedra, es lanzada con velocidad inicial y 1 seg. después que la primera, por lo tanto $t_2 = t - 1$ seg. y $h_2 = v_0 (t - 1 \text{ seg.}) + ½ . g. (t - 1 \text{ s})^2$

Para que se encuentren $h_1 = h_2$ o sea:

$½ . g . t^2 = v_0 (t - 1 \text{ s.}) + ½ . g. (t - 1 \text{ s})^2$

de donde se deduce:

$v_0 \; t - v_0 .(1 \text{ s.}) - g . t + ½ . g. (1 \text{ s})^2 = 0$

$(v_0 - g) t + (- v_0 + ½ . g) = 0$

$(18 - 9,8) t + (-18 + ½. 9,8) = 0$

$8,2 . t + (-13,1) = 0$ implica que $t = 1,597 \text{ s} = 1,6$ seg.

en consecuencia : $h_1 = ½ . 9,8 \text{ m/s.}^2 . (1,6 \text{ seg.})^2 = 12,54$ m.

Problema N° 8:

Un peatón corre con su rapidez máxima de 6 m/s. para alcanzar el camión parado por una luz de tránsito. Cuando se encuentra a 10 m del camión, la luz cambia y el camión empieza a moverse con una aceleración uniforme de 1 m/s^2.

a) Representar en un gráfico x = f(t) para ambos móviles.
b) Representar en un gráfico v = f(t) para ambos móviles.
c) En qué tiempo(s) se encuentran ambos (analíticamente).
d) Qué espacios recorren en dichos tiempos.
e) Que velocidades poseen en ese tiempo?
f) En que tiempo tienen los móviles la misma velocidad?
g) Que ventaja le lleva el camión a los 15 segundos?
h) Qué velocidades tienen en dicho tiempo?
i) Resolver el problema para el caso en que la distancia inicial del corredor al camión sea de 25 metros.

Solución:

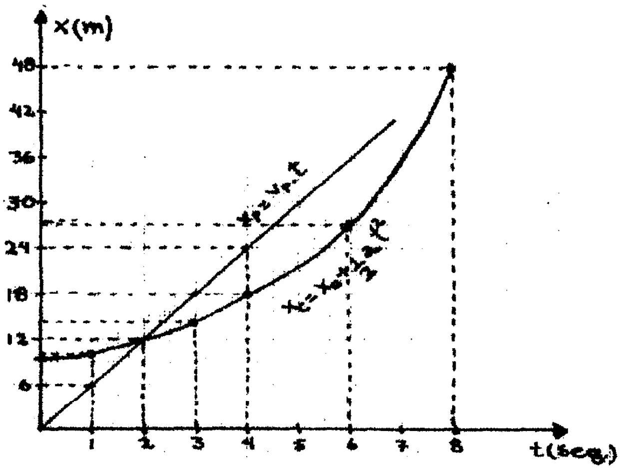
a) El peatón tiene v_p = cte. = 6 m/s El camión lleva a_c = cte. = 1 m/s^2

por lo tanto $x_p = v_p . t = 6 . t$ (m) por lo tanto $x_c = x_0 + ½ . a_c . t^2 = 10 \text{ m} + 0,5 . t^2$ (m)

Tabla de valores para x = f(t):

para el peatón	
t(s)	X_p(m)
0	0
1	6
2	12
3	18
4	24

para el camión	
t(s)	X_c(m)
0	10
1	10,5
2	12
3	14,5
4	18
6	28
8	42



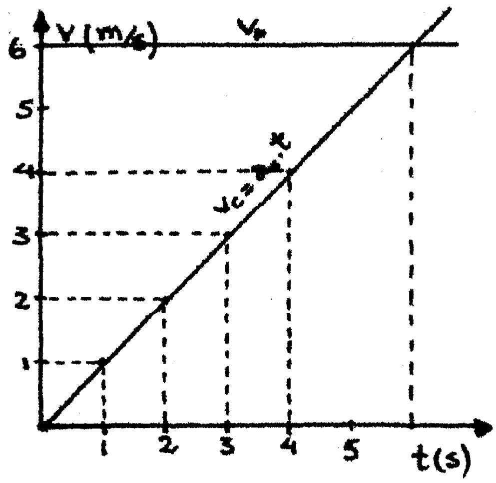
Ver gráfico

b) Para el peatón: v = cte. = 6 m/s para el camión: $v_c = a \cdot t = 1 \cdot t$ (m/s)

Tabla de valores para v = f(t):

t(s)	V_p(m)
0	6
1	6
2	6
3	6
4	6

t(s)	v_c(m)
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4



Ver gráfico .

c) Para que ambos móviles se encuentren debe ser: $x_p = x_c$ y $t_p = t_c$
o sea:

$v_p \cdot t = x_{0c} + \frac{1}{2} \cdot a_c \cdot t^2$; $\frac{1}{2} \cdot a_c \cdot t^2 - v_p \cdot t + x_{0c} = 0$

$$0{,}5 \cdot 1 \cdot t^2 - 6 \cdot t + 10 = 0$$

$$t = \frac{-(-6) \pm \sqrt{(-6)^2 - 4.0{,}5.10}}{2.0{,}5} = \frac{6 \pm \sqrt{36-20}}{1} = 6 \pm \sqrt{16}$$

$t_1 = 6 - 4 = 2$ s
$t_2 = 6 + 4 = 10$ s

En consecuencia, el camión y el peatón se encontrarán a los 2 segundos y a los 10 segundos también.

d) $x_p = v_p \cdot t = 6$ m/s . 2 s = 12 m ó bien $x_c = x_{0c} + ½ \cdot a_c \cdot t^2 = 10$ m + ½ . 1 m/s . $(2s)^2 = 12$ m

e) v_p = cte. = 6 m/s y $v_c = a_c \cdot t = 1$ m/s^2 2. s = 2 m/s

f) $v_p = v_c = 6$ m/s

$v_c = (1 \text{ m/s}^2) \div t = 6$ m/s por lo tanto: t = 6 s.

g) A los 15 seg.

$x_p = v_p \cdot t = 6$ m/s . 15 s = 90 m

$x_c = x_0 + (a/2) \cdot t^2 = 10$ m + ½ .1 m/s^2(15 s)^2 = 122,5 m

$\Delta x = x_c - x_p = 122{,}5 \text{ m} - 90 \text{ m} = 32{,}5 \text{ m}$

h) A los 15 seg.

$v_p = 6$ m/s

$v_c = a_c \cdot t = 1$ m/s^2 . 15 s = 15 m/s

j) Este item queda propuesto para los alumnos. Rta.: c) Nunca. d) y e) Carece de sentido. F) 6 seg. g) 27,5 m h) 6 y 15 m/s.

Problema Nº 9:

Un malabarista actúa en una habitación cuyo techo se encuentra a 2,7 m por encima de sus manos. Lanza verticalmente hacia arriba una pelota de modo que alcance justamente el techo.

a) Con qué velocidad inicial deberá lanzar la pelota?
b) Cuánto tiempo tardará la pelota en alcanzar el techo?
c) En el instante en que la pelota alcanza el techo, lanza hacia arriba otra pelota con la misma velocidad inicial, al cabo de cuánto tiempo después de lanzar la segunda, se cruzan ambas pelotas?
d) A qué distancia, por encima de las manos del malabarista, se cruzan las dos pelotas?

Solución:

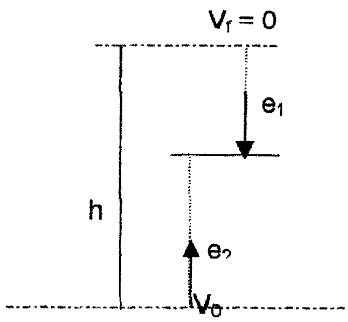
a) Si llega justamente al techo, la velocidad final es nula.

$$v_f^2 = v_0^2 - 2.g.h$$

por lo tanto $v_0 = \sqrt{2.g.h} = \sqrt{2.9{,}8 m/s^2.2{,}7m} = \sqrt{52{,}92m^2} = 7{,}27 m/s$

b) $v_f = v_0 - g.t = 0$

implica que $t = \dfrac{v_0}{g} = \dfrac{7{,}27 m/s}{9{,}8 m/s^2} = 0{,}74 seg.$



c) $e_1 = ½ .g.t^2$

$e_2 = v_0.\ t - ½ .g.t^2$

$e_1 + e_2 = \cancel{½ .g}.t^2 + v_0.\ t - \cancel{½ .g}.t^2$

$h = v_0 . t$ implica que $t = h / v_0 = 2{,}7\ m \div 7{,}27\ m/s = 0{,}37$ seg.

e) $e_2 = v_0 . t - ½ .g.t^2 = 7{,}27\ m/s.\ 0{,}37s - ½ .\ 9{,}8\ m/s^2 .\ (0{,}37s)^2 = 2{,}02$ m.

Problema N° 10:

Un auto esta viajando en una curva plana tal que sus coordenadas rectangulares en función del tiempo, están dadas por $x = 2\ t^3 - 3\ t^2$; $y = t^2 - 2\ t + 1$. Suponiendo que t está dado en segundos y las coordenadas en metros, calcular:

a) La posición del auto cuando t = 1 seg.
b) Las componentes rectangulares de la velocidad en cualquier instante.
c) Las componentes rectangulares de la velocidad cuando t = 1 seg.
d) La velocidad en cualquier instante.
e) La velocidad cuando t = 0 seg.
f) El (los) tiempo(s) cuando la velocidad es cero.
g) Las componentes rectangulares de la aceleración en cualquier instante.
h) Las componentes rectangulares de la aceleración cuando t = 1 seg.
i) La aceleración en cualquier instante.
j) La aceleración cuando t = 0 seg.
k) El (los) tiempo(s) cuando la aceleración es paralela al eje y.

Solución:

a) Para t = 1 seg. ; $x = 2\ t^3 - 3\ t^2 = 2.\ 1^3 - 3.\ 1^2 = 2 - 3 = -1m$
$y = t^2 - 2\ t + 1 = 1^2 - 2.1 + 1 = 0m$

b) $v_x = dx/dt = 6\ t^2 - 6\ t$
$v_y = dy/dt = 2\ t - 2$

c) Para t = 1 s. $v_x = 6.\ (1^2) - 6\ .(1\ ) = 6 - 6 = 0\ m/s$
$v_y = 2.\ (1) - 2 = 0\ m/s$

d) $|v| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(6.t^2 - 6.t)^2 + (2.t - 2)^2} = \sqrt{36t^4 - 72t^3 + 40t^2 - 8t + 4}$

$$\theta = \text{arc.tg.} \frac{v_y}{v_x} = \text{ar.tg.} \frac{2.t - 2}{6.t^2 - 6.t}$$

e) Para t = 0 seg. $|v| = \sqrt{36.(0)^4 - 72.(0)^3 + 40.(0)^2 - 8.(0) + 4} = 2$

De las ecuaciones halladas en b) se obtiene: $v_x = 0$ y $v_y = -2$

Por lo tanto $\theta = ar.\text{tg}.\frac{-2}{0} = -90^0$

f) Para que la velocidad sea nula, las componentes deben ser nulas.

$v_x = 6\ t^2 - 6\ t = 0$; $6\ t\ (\ t - 1) = 0$ implica que t = 0 seg. y t = 1 seg.
$v_y = 2\ t - 2 = 0$; $2\ (t - 1\ ) = 0$ implica que t = 1 seg.

por lo tanto la velocidad será nula cuando t = 1 seg.

g) $a_x = dv/dt = 12\ t - 6$

$a_y = dv/dt = 2$

h) Para t = 1 s. $a_x = 12.\ (1) - 6 = 6\ m/s^2$

$a_y = 2 = 2\ m/s^2$

i) $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(12t-6)^2 + 2^2} = \sqrt{144t^2 - 144t + 36 + 4} = \sqrt{144t^2 - 144t + 40}$

$$\theta = \text{arc.tg.}\frac{a_y}{a_x} = \text{ar.tg.}(6.t-3)^{-1}$$

j) Para t = 0 seg.; $a = \sqrt{144.(0)^2 - 144.(0) + 40} = \sqrt{40} = 6{,}32\,m/s^2$

$$\theta = \text{ar.tg.}[6.(0)-3]^{-1} = \text{arc.tg.}(-3)^{-1} = -18^{0}26'6''$$

k) Para que a || y debe ser $a_x = 0$

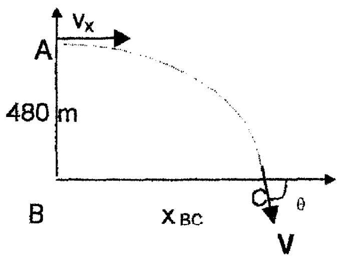
$a_x = 12\,t - 6 = 0$ por lo tanto $t = 6/12$ seg. = 0.5s.

Problema Nº 11:

Se deja caer una bomba desde un aeroplano que vuela horizontalmente a una altura de 480 m., con una velocidad de 200 km/h.

a) Cuánto avanzará la bomba en sentido horizontal antes de llegar a tierra?
b) Cuál será el valor y dirección de la velocidad, en el momento del impacto?
c) Cuánto tardará en caer? Nota: despréciese la resistencia del aire.

Solución:



a) El tiempo que tarda en recorrer AB, con movimiento uniformemente acelerado es igual al que tardaría en recorrer BC, con movimiento uniforme. En consecuencia:

$$t_{AB} = \sqrt{\frac{2.h}{g}} = \sqrt{\frac{2.480\,m}{9{,}8m/s^2}} = 9{,}90\,seg.$$

$x_{BC} = v_x \,.\, t = (\,200000\text{ m} \div 3600\text{ s}\,)\,.\,9{,}90\text{ s.} = 550\text{ m.}$

b) v_x = cte. = 55,55 m/s

c) $v_y = g.\,t = 9{,}8\,m/s^2\,.\,9{,}90\,s = 97{,}02\,m/s$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(55{,}55m/s)^2 + (97{,}02m/s)^2} \cong 111{,}79m/s$$

$$tg\theta = \frac{97{,}02m/s}{55{,}55m/s} = 1{,}74653 \Rightarrow \theta = -60^{0}12'22''$$

d) Tarda 9,90 seg. en caer.

Problema Nº 12:

Un cañón lanza un proyectil con una velocidad de 100 m/s formando un ángulo de 60^0 con la horizontal. Calcular:

a) Hasta que altura asciende (altura máxima) y el tiempo que tarda para llegar a A.
b) Las velocidades horizontal y vertical en ese punto
c) El alcance (horizontal)
d) Las velocidades horizontal y vertical a los 10 segundos.
e) La velocidad total para el mismo tiempo.
f) El tiempo que tardará para alcanzar una altura de 200 m.
g) El tiempo que tardará para tener $R_x = 400$ m.
h) El tiempo que tardara para tener una velocidad vertical; de 7 m/s.
i) Responder a las preguntas anteriores, suponiendo que el proyectil sea lanzado a una velocidad de 100 m/s formando un ángulo de 45^0, con la horizontal.

Solución:

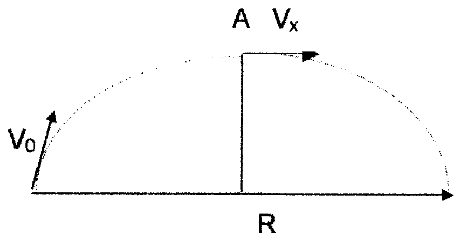
$V_0 = 100$ m/s

$V_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha = (100\ m/s) \cdot \cos 60^0 = 50\ m/s$

$V_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}\alpha = (100\ m/s) \cdot \text{sen}\ 60^0 = 86{,}6\ m/s$

a) $h_{max.} = \dfrac{v_0^2 \text{sen}^2\alpha}{2.g} = \dfrac{(100m/s)^2 \text{sen}^2 60^0}{2.9{,}8m/s^2} = 382{,}65m$

En ese punto se anula v_y , por lo tanto



$v_y = v_{0y} - g \cdot t = 0$

$t = v_{0y} \div g = (86{,}6\ m/s) \div 9{,}80\ m/s^2 = 8{,}84$ s.

b) $v_x = cte = v_{0x} = 50$ m/s

$v_y = 0$ m/s

c) $R = \dfrac{v_0^2 \text{sen}\ 2\alpha}{g} = \dfrac{(100m/s)^2 \text{sen}\ 120^0}{9{,}8m/s^2} = 883{,}70m$

d) $v_{10x} = v_{0x} = 50$ m/s

$v_{y10} = v_{0y} - g\ .t = 86{,}6\ m/s - (9{,}8\ m/s^2)\ .\ 10s = -11{,}40\ m/s$

e) $v_{10} = \sqrt{v_{x10}^2 + v_{y10}^2} = \sqrt{(50m/s)^2 + (-11{,}40m/s)^2} = 51{,}28m/s$

$\theta = \text{arc.tg.} \dfrac{-11{,}40}{50} = \text{arc.tg.} -0{,}228 = -12°50'38''$

f) $h = v_{0y} \cdot t - ½ \cdot g \cdot t^2$

$200\ m = 86{,}6\ m/s\ .\ t - 0{,}5\ .\ 9{,}8\ m/s^2\ .\ t^2$ por lo tanto $4{,}9\ t^2 - 86{,}6\ t + 200 = 0$

$$t = \frac{-(-86{,}6) \pm \sqrt{(-86{,}6)^2 - 4.4{,}9.200}}{2.4{,}9} = \frac{86{,}6 \pm \sqrt{3579{,}56}}{9{,}8} \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 2{,}73s \\ t_2 = 14{,}94s \end{cases}$$

El proyectil alcanzará una altura de 200 m a los 2,73 segundos, cuando sube, y a los 14,94 segundos (cuando baja).

g) $R_x = v_x \cdot t$; $t = R_x \div v_x = 400\ m \div 50\ m/s = 8$ s.

h) $v_y = v_{0y} - g \cdot t$; $t = (v_y - v_{0y}) \div (-g) = (7 - 86{,}6) \div 9{,}8\ s = 8{,}12$ s

i) Problema propuesto a los alumnos.
Rta.: a) 255,1 m; 7,215 s.; b) 70,7 m/s; 0 m/s; c)1020,4 m; d) 70,7 y –27,3 m/s; e) 75,78 m/s; $-21^0 6' 48''$; f) 3,8 y 10,56 s.; g) 5,65 s.; h) 6,5 s.