

Problemas Física

CINEMÁTICA

MOVIMIENTO RECTILÍNEO Y UNIFORME

1.- Un corredor pedestre corre 200 m en 21,6 segundos. Calcular su velocidad en m/s, km/h y m/min.

Sol: 9,26 m/s; 33,336 Km/h; 555,6 m/min

2.- La velocidad de un avión es de 970 Km/h; la de otro, es de 300 m/s. ¿Cuál es el más lento?

Sol: El primero

3.- Expresa 72 Km/h en m/s; Km/min y cm/s.

Sol: 20 m/s; 1,2 Km/min; 2000 cm/s

4.- Hallar la velocidad de un móvil que recorre 60 Km en 90 minutos. Expresar el resultado en Km/h, m/min y m/s.

Sol: 40 Km/h = 11,11 m/s

5.- Qué distancia recorrerá un móvil durante 45 minutos si marcha con una velocidad de: a) 25 Km/h; b) 25 m/s.

Sol: a) 18,75 Km b) 67500 m

6.- Que velocidad posee un atleta que para recorrer 5 Km emplea un tiempo de: a) 30 minutos; b) 1200 segundos. Expresar ambas velocidades en m/s y Km/h.

Sol: a) 10 Km/h = 2,778 m/s b) 15 km/h = 4,1667 m/s

7.- Un coche inicia un viaje de 495 Km. a las ocho y media de la mañana con una velocidad media de 90 Km/h. ¿A qué hora llegará a su destino?

Solución: a las dos de la tarde.

8.- Un móvil recorre 98 km en 2 h, calcular: a) Su velocidad. b) ¿Cuántos kilómetros recorrerá en 3 h con la misma velocidad?

Solución: a) 13,6 m/s; b) 147 km

9.- ¿Cuánto tarda en llegar la luz del sol a la Tierra?, si la velocidad de la luz es de 300.000 km/s y el sol se encuentra a 150.000.000 km de distancia.

Solución: 8,3 min

10.- Una persona sale de su casa y recorre en línea recta los 200m que la separan de la panadería a una velocidad constante de 1,4 m/s. Permanece en la tienda 2 min y regresa a su casa a una velocidad de 1,8 m/s. a) Calcula su velocidad media. b) ¿cuál ha sido su desplazamiento? c) ¿Qué espacio ha recorrido? d) Realiza una gráfica velocidad-tiempo

Solución: v=1,07 m/s; b) S=0; c) X=400m

11.- Dos trenes se cruzan perpendicularmente y hacen un recorrido durante cuatro horas, siendo la distancia que los separa al cabo de ese tiempo, de 100 km. Si la velocidad de uno de los trenes es de 20 km/h, calcular la velocidad del segundo tren.

Solución: v = 15 km/h

12.- Dos vehículos cuyas velocidades son 10 Km/h y 12 Km/h respectivamente se cruzan perpendicularmente en su camino. Al cabo de seis horas de recorrido, ¿cuál es la distancia que los separa?

Solución: 93,72 km.

13.- Dos automóviles que marchan en el mismo sentido, se encuentran a una distancia de 126 Km. Si el más lento va a 42 Km/h, calcular la velocidad del más rápido, sabiendo que le alcanza en seis horas.

Solución: v = 63 km/h

14.- Un deportista sale de su casa en bici a las seis de la mañana. Al llegar a un cierto lugar, se le estropea la bici y ha de volver andando. Calcular a qué distancia ocurrió el percance sabiendo que las velocidades de despla-

miento han sido de 30 Km/h en bici y 6 Km/h andando y que llegó a su casa a la una del mediodía.

Solución: 52,5 km

15.- Un deportista recorre una distancia de 1.000 km, parte en moto y parte en bici. Sabiendo que las velocidades han sido de 120 Km/h en la moto y 20 Km/h en bici, y que el tiempo empleado ha sido de 15 horas calcular los recorridos hechos en moto y en bici.

Solución: la motocicleta 840 km y la bici 160 km.

16.- La velocidad de un remolcador respecto del agua de un río es de 12 Km/h. La velocidad de la corriente es de 1.25 m/s. Calcular el tiempo que durará el viaje de ida y vuelta entre dos ciudades situadas a 33 Km. de distancia en la misma orilla del río.

Solución: t₁ = 2 horas; t₂=4,4 horas

17.- Un observador se halla a 510 m. de una pared. Desde igual distancia del observador y de la pared, se hace un disparo ¿al cabo de cuántos segundos percibirá el observador : a) el sonido directo? b) el eco? Velocidad del sonido 340 m/s.

Solución: el sonido directo a 0,75 s, y el del eco a 2,25 s.

18.- Un ladrón roba una bicicleta y huye con ella a 20 km/h. Un ciclista que lo ve, sale detrás del mismo, tres minutos más tarde a 22 Km/h. ¿Al cabo de cuánto tiempo lo alcanzará?

Solución: 30 minutos.

19.- Calcular la longitud de un tren cuya velocidad es de 72 Km/h y que ha pasado por un puente de 720 m de largo, si desde que penetró la máquina hasta que salió el último vagón han pasado $\frac{3}{4}$ de minuto.

Solución: 180 metros.

20.- Una canoa invierte 20 minutos para bajar cierto trayecto de un río y 36 minutos para hacer el mismo recorrido en sentido contrario. Calcular las velocidades de la canoa en los dos casos si la longitud del recorrido ha sido 10,8 Km.

Solución: 5 m/s y 9 m/s

21.- Se cruzan dos trenes en sentido contrario, uno de 50 m de longitud con velocidad de 60 Km/h y otro de 175 m de longitud y velocidad desconocida. Si tardan en cruzarse 6 segundos. Calcular la velocidad con que se mueve el segundo tren.

Solución: V = 105 km/h

22.- Dos ciclistas pasan por una carretera rectilínea con velocidad constante. Cuando van en el mismo sentido, el primero adelanta al segundo 150 m/min.; cuando van en sentidos contrarios, el uno se acerca a otro 350 m. cada veinte segundos. Hallar la velocidad de cada ciclista.

Solución: V₁= 10 m/s V₂= 7,5 m/s

23.- Dos coches salen a su encuentro, uno de Bilbao y otro de Madrid. Sabiendo que la distancia entre ambas capitales es de 443 Km. y que sus velocidades respectivas son 78 Km/h y 62 Km/h y que el coche de Bilbao salió hora y media más tarde, calcular: a) Tiempo que tardan en encontrarse b) ¿A qué distancia de Bilbao lo hacen?

Solución: tardan en encontrarse 2,5 horas; a 195 km de Bilbao.

24.- Un barquero quiere cruzar un río de 100 m de anchura; para ello rema perpendicularmente a la corriente imprimiendo a la barca una velocidad de 2 m/s respecto del agua. La velocidad de la corriente es de 0,5 m/s. Calcula: a) El tiempo que tarda en atravesar el río. b) La velocidad de la barca respecto a la orilla del río.

c) En qué punto de la orilla opuesta desembarcará.
d) Qué longitud ha recorrido la barca al llegar a la orilla opuesta.

Sol: a) 50s; b) 2,06m/s; c) 25 m más debajo de la perpendicular; d) 103m

25.- Un móvil recorre dos km hacia el Norte, después 1 km hacia el Este, a continuación 4 km hacia el Sur, luego toma la dirección Oeste durante 3 km y por último sube un km más hacia el Norte. Calcula: A) Los desplazamientos parciales. B) El desplazamiento total. C) El espacio total recorrido. D) ¿A qué distancia del punto de partida se encuentra al final?.

Solución: a) 2j, 1i, -4j, -3i, 1j; b) -2i - j; c) 11 km; d) $\sqrt{5}$ km

26.- Un cazador y su perro emprenden el camino hacia un refugio situado a 9 km de distancia. El cazador camina a 4 km/h y el perro a 8 km/h. El perro, que obviamente llega antes al refugio, da la vuelta y regresa hacia su amo. ¿Dónde se encuentran por primera vez?. A continuación, repite constantemente el viaje de ir al refugio y volver a buscar al amo, hasta que por fin llegan ambos definitivamente al final del trayecto. Calcula la distancia total que el perro ha recorrido.

Sol: A 3 km del refugio; 18 km.

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACCELERADO

1.- ¿Cuál es la aceleración de un móvil cuya velocidad aumenta en 20 m/s cada 5 segundos?

Solución: 4 m/s².

2.- ¿Cuál es la aceleración de un móvil que en 4 segundos alcanza una velocidad de 10 Km/h, habiendo partido del reposo?. Representar gráficamente la recta de velocidad.

Solución: 0,69 m/s².

3.- ¿Qué velocidad inicial debería tener un móvil cuya aceleración es de 2 m/s², para alcanzar una velocidad de 108 Km/h a los 5 segundos de su partida?.

Solución: 20 m/s = 72 Km/h.

4.- Un tren va a una velocidad de 18 m/s; frena y se detiene en 15 segundos. Calcular su aceleración y la distancia recorrida en ese tiempo.

Solución: -1,2 m/s²; 135 m

5.- Un móvil que partió del reposo tiene un M.R.U.A.. Al cabo del primer segundo tiene una velocidad de 5 m/s. Calcular: a) su velocidad a los 10 segundos de la partida; b) la distancia recorrida en ese tiempo; c) la distancia recorrida entre el 9^o y el 10^o segundos.

Solución: a) 50 m/s; b) 250 m; c) 47,5 m.

6.- El pedal del acelerador comunica a un coche una aceleración de 4m/s². Si inicialmente el coche va a 90 km/h, ¿qué tiempo tarda en alcanzar una velocidad de 120 km/h?

Solución: t=2,1 seg

7.- Un móvil se mueve con movimiento acelerado. En los segundos 2 y 3 los espacios recorridos son 90 y 100 m respectivamente. Calcular la velocidad inicial del móvil y su aceleración.

Solución: a=10 m·s⁻² V₀=75 m/s

8.- Un móvil que se desplaza con velocidad constante aplica los frenos durante 25 s y recorre 400 m hasta detenerse. Calcular: a) ¿Qué velocidad tenía el móvil

antes de aplicar los frenos? b) ¿Qué desaceleración produjeron los frenos?

Solución: a) v₀=32 m/s; b) a=-1,28 m/s²

9.- Un ingeniero quiere diseñar una pista para aviones de manera que puedan despegar con una velocidad de 72 m/s. Estos aviones pueden acelerar uniformemente a razón de 4 m/s². a) ¿Cuánto tiempo tardarán los aviones en adquirir la velocidad de despegue? b) ¿Cuál debe ser la longitud mínima de la pista de despegue?

Solución: a) 18 s; b) 648 m

10.- Una locomotora necesita 10 s. para alcanzar su velocidad normal que es 60 Km/h. Suponiendo que su movimiento es uniformemente acelerado ¿Qué aceleración se le ha comunicado y qué espacio ha recorrido antes de alcanzar la velocidad regular?

Solución: a=1,66 m·s⁻² S=83 m.

11.- Un cuerpo posee una velocidad inicial de 12 m/s y una aceleración de 2 m/s² ¿Cuánto tiempo tardará en adquirir una velocidad de 144 Km/h?

Solución: t=14 segundos

12.- Un móvil lleva una velocidad de 8 cm/s y recorre una trayectoria rectilínea con movimiento acelerado cuya aceleración es igual a 2 cm/s². Calcular el tiempo que ha tardado en recorrer 2,10 m.

Solución: t=11 seg.

13.- Un motorista va a 72 Km/h y apretando el acelerador consigue al cabo de 1/3 de minuto, la velocidad de 90 Km/h. Calcular a) su aceleración media. b) Espacio recorrido en ese tiempo.

Solución: a=0,25 m·s⁻² S=450 m

14.- En ocho segundos, un automóvil que marcha con movimiento acelerado ha conseguido una velocidad de 72 m/s. ¿Qué espacio deberá recorrer para alcanzar una velocidad de 90 m/s?

Solución: S= 360 m.

15.- Se deja correr un cuerpo por un plano inclinado de 18 m. de longitud. La aceleración del móvil es de 4 m/s²; calcular a) Tiempo que tarda el móvil en recorrer la rampa. b) velocidad que lleva al finalizar el recorrido inclinado.

Solución: t=3 segundos v=12 m·s⁻¹

16.- Dos móviles se dirigen a su encuentro con movimiento uniformemente acelerado desde dos puntos distantes entre sí 180 Km. Si se encuentran a los 9 s de salir y los espacios recorridos por los móviles están en relación de 4 a 5, calcular sus aceleraciones respectivas.

Solución: a=1,975 m·s⁻² a'=2,469 m·s⁻²

17.- Un avión despegue de la pista de un aeropuerto, después de recorrer 1000 m de la misma, con una velocidad de 120 Km/h. Calcular a) la aceleración durante ese trayecto. b) El tiempo que ha tardado en despegar si partió del reposo c) La distancia recorrida en tierra en el último segundo.

Solución: a) a=5/9 m·s⁻² b) t=60s; c) s=33,1 m

18.- Un móvil parte del reposo y de un punto A, con movimiento acelerado cuya aceleración es de 10 cm/s². Tarda en recorrer una distancia BC=105 cm. un tiempo de 3 segundos y finalmente llega al punto D. (CD=55 cm). Calcular a) velocidad del móvil en los puntos B,C y D. b) la distancia AB. c) el tiempo invertido en los recorridos AB y CD.

Sol: V_B=20 cm/s; AB =20 cm; V_C=50 cm/s; t_{AB} = 2s; V_A = 60 cm/s; t_{CD}=1 s

19.- Partiendo del reposo un móvil alcanza al cabo de 25 s. una velocidad de 100 m/s. En los 10 primeros s. llevaba un movimiento uniformemente acelerado y en los 15 s. restantes, un movimiento uniforme. Calcular el espacio total recorrido por dicho móvil.

Solución: $S=2000\text{ m}$

20.- Dos cuerpos A y B situados a 2 Km de distancia salen simultáneamente uno en persecución del otro con movimiento acelerado ambos, siendo la aceleración del más lento, el B, de 32 cm/s^2 . Deben encontrarse a 3,025 Km. de distancia del punto de partida del B. Calcular a) tiempo que tardan en encontrarse, b) aceleración de A. c) Sus velocidades en el momento del encuentro.

Solución: a) $t=137,5\text{ seg}$; b) $a_a=53\text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$ c) $V_a=72,8\text{ m/s}$ y $V_b=44\text{ m/s}$

21.- Un tren que va a 50 Km/h debe reducir su velocidad a 25 Km/h. al pasar por un puente. Si realiza la operación en 4 segundos, ¿Qué camino ha recorrido en ese tiempo?

Solución: $S=41,63\text{ m}$

22.- Al iniciar una cuesta del 5% de pendiente, un coche lleva una velocidad de 72 Km/h. ¿Qué recorrido podrá hacer en la rampa si ha parado el motor?

Solución: $S=408\text{ m}$

23.- ¿Qué velocidad llevaba un coche en el momento de frenar si ha circulado 12 m. hasta pararse ($a = 30\text{ cm/s}^2$). ¿Cuánto tiempo ha necesitado para pararse?

Solución: $V=2,68\text{ m/s}$ $t=8,93\text{ seg}$

24.- La velocidad de un vehículo es de 108 Km/h y en 5 segundos reduce la velocidad a 72 Km/h. Calcular el tiempo que tardó en pararse.

Solución: $t=15\text{ segundos}$

25.- Un avión recorre 1.200 m. a lo largo de la pista antes de detenerse cuando aterriza. Suponiendo que su deceleración es constante y que en el momento de tocar tierra su velocidad era de 100 Km/h. Calcular a) tiempo en pararse. b) Distancia en los diez primeros segundos.

Solución: $t=86,8\text{ seg}$ $S_{10}=261,7\text{ m}$

26.- Un hombre deja caer una piedra en un pozo de una mina de 250 m. de profundidad. Calcular el tiempo que tardará en oír el ruido de la piedra al chocar contra el fondo (velocidad del sonido 340 m/s)

Solución: $t=7,805\text{ seg}$

27.- Dos móviles salen del mismo lugar en el mismo sentido: uno con velocidad constante de 30 m/s y el otro con aceleración constante de $1,5\text{ m/s}^2$. ¿Al cabo de cuánto tiempo volverán a estar juntos? ¿Qué recorrido habrá hecho cada uno?

Solución: $t=40\text{ seg}$, $S=1200\text{ m}$

28.- En el instante en que la señal luminosa de tráfico se pone verde, un autobús que ha estado esperando, arranca con una aceleración constante de $1,80\text{ m/s}^2$. En el mismo instante, un camión que viene con una velocidad constante de 9 m/s alcanza y pasa el autobús. Calcular: a) ¿a qué distancia vuelve a alcanzarle el autobús al camión? b) ¿Qué velocidad lleva en ese momento el autobús?

Solución: a) 90 m; $t=10\text{ seg}$. b) $V=18\text{ m/s}$

29.- Una piedra cae libremente y pasa por delante de un observador situado a 300 m del suelo. A los dos segundos pasa por delante de otro que está a 200 m del suelo. Calcular: a) altura desde la que cae. b) velocidad con que choca contra el suelo.

Solución: $h=380\text{ m}$ $V=40\text{ m/s}$

30.- El maquinista de un tren de 40 m de longitud que marcha a 72 Km/h observa que otro tren de 200 m de largo tarda en pasarle 6 segundos. Hallar: a) Velocidad del segundo tren si se mueven ambos en sentidos contrarios. b) Velocidad del segundo tren si se desplazan ambos en el mismo sentido.

Solución: $V_1=72\text{ km/h}$; $V_2=216\text{ km/h}$

31.- Se suelta un cuerpo sin velocidad inicial. ¿Al cabo de cuánto tiempo su velocidad será de 45 Km/h?

Solución: $t=1,274\text{ seg}$.

32.- Desde lo alto de una torre se deja caer un cuerpo. ¿A qué distancia del suelo tendrá una velocidad igual a la mitad de la que tiene cuando choca contra el suelo?

Solución: $A=1/4$ de la altura de la torre.

33.- Un cuerpo en caída libre pasa por un punto con una velocidad de 20 cm/s. ¿Cuál será su velocidad cinco segundos después y qué espacio habrá recorrido en ese tiempo?

Solución: $V=5,2\text{ m/s}$ $S=1,35\text{ m}$

34.- Desde la azotea de un rascacielos de 120 m. de altura se lanza una piedra con velocidad de 5 m/s, hacia abajo. Calcular: a) Tiempo que tarda en llegar al suelo, b) velocidad con que choca contra el suelo.

Solución: $t=4,42\text{ seg}$; $V=49,2\text{ m/s}$

35.- Si queremos que un cuerpo suba 50 m. verticalmente. ¿Con qué velocidad se deberá lanzar? ¿Cuánto tiempo tardará en caer de nuevo a tierra?

Solución: $V=31,62\text{ m/s}$; $t=6,324\text{ seg}$

36.- Se dispara verticalmente un proyectil hacia arriba y vuelve al punto de partida al cabo de 10 s. Hallar la velocidad con que se disparó y la altura alcanzada.

Sol: $V=50\text{ m/s}$; $h=125\text{ m}$

37.- Lanzamos verticalmente hacia arriba un proyectil con una velocidad de 900 Km/h. Calcular a) Tiempo que tarda en alcanzar 1 Km. de altura. b) Tiempo que tarda en alcanzar la altura máxima c) Altura alcanzada.

Solución: $t_1=4,38\text{ seg}$, $t_2=45,6\text{ seg}$, $t_{\text{max}}=25\text{ seg}$ $h_{\text{max}}=3125\text{ m}$

38.- Del techo de un ascensor que dista 2 m del suelo, se desprende un tornillo en el momento mismo del arranque del ascensor que sube con una velocidad constante de 1 m/s. Calcular a) la distancia a la que estará el tornillo del suelo 0,5 s. después de iniciada la subida. b) Tiempo que tardará en tocar el suelo.

Solución: En 0,5 seg está a 25 cm de suelo. En 0,54 segundos toca el suelo.

39.- Un coche va a 120 Km/h cuando el conductor ve un obstáculo a 90 metros de distancia, pisa el freno y aplica al coche una deceleración de 6 m/s^2 , si el tiempo de reacción del conductor es de 0,15 segundos, averiguar si logrará detenerse antes de llegar al obstáculo o si chocará con él.

Solución: Se detiene antes: $S=97,4\text{ m}$

40.- Dos proyectiles se lanzan verticalmente hacia arriba con dos segundos de intervalo; el 1º con una velocidad inicial de 50 m/s y el 2º con una velocidad inicial de 80 m/s. Calcular a) Tiempo que pasa hasta que los dos se encuentren a la misma altura. b) A qué altura sucederá el encuentro. c) Velocidad de cada proyectil en ese momento.

Solución: $t=3,6\text{ s}$; $h=115,2\text{ m}$; $V_1=14\text{ m/s}$; $V_2=64\text{ m/s}$

41.- Estás asomado a la ventana de tu casa y observas que pasa por delante de tí una pelota que han tirado tus amigos desde arriba. Si la diferencia de altura

entre ambos pisos es de 3 m, **a)** ¿A qué velocidad pasará la pelota por delante de tu ventana? **b)** Si tu ventana está a 5 m del suelo con qué velocidad impactará en el suelo. **c)** ¿Cuánto tiempo tardará en caer desde todo lo alto?

Solución: $V=7,75 \text{ m/s}$; $V_{\text{suelo}}=12,6 \text{ m/s}$; $t_{\text{caer al suelo}}=1,26 \text{ s}$.

42.- La ecuación de la posición en función del tiempo para una partícula que se desplaza horizontalmente es: $x = 5 - 6t + t^2$ (SI) Calcula: **a)** El instante en el que cambia de sentido; **b)** La distancia recorrida en los 5 primeros segundos.

Solución: Cambia de sentido en $t=3\text{s}$; $S_{t=5}=13 \text{ m}$

43.- Una persona está a punto de perder un tren. En un desesperado intento, corre a una velocidad constante de 6 m/s. Cuando está a 32 m de la última puerta del vagón de cola, el tren arranca con una aceleración constante de $0,5 \text{ m/s}^2$. ¿Logrará el viajero aprovechar su billete?

Solución: m

44.- Un tren metropolitano parte de una estación con aceleración constante y al cabo de 10 s alcanza una velocidad de 72 km/h, mantiene esta velocidad durante dos minutos y al llegar a la estación frena uniformemente, recorriendo 200 m hasta detenerse. Calcula: **a)** La aceleración en la primera fase. **b)** El espacio que recorre mientras acelera. **c)** La aceleración en la última fase. **d)** El tiempo total que ha estado en movimiento. **e)** El espacio total recorrido. **f)** Dibujar las gráficas a/t y v/t .

Solución: m

45.- El vector de posición de una partícula es $r = t^3 \mathbf{i} + 2t \mathbf{j} + k$ en el SI. Averigua: **a)** La velocidad media entre los dos y cinco segundos. **b)** La velocidad instantánea en función del tiempo. **c)** La velocidad inicial. **d)** La aceleración **e)** Las componentes de la aceleración.

Solución: m

46.- Desde la azotea de un edificio de 80 m se lanza hacia arriba una piedra de 500 g, con una velocidad de 20 m/s. Calcula: **a)** La altura respecto de la calle, que alcanza pasado un segundo. **b)** La altura máxima alcanzada con respecto al suelo. **c)** La posición respecto de la calle a los 4 segundos. **d)** El tiempo que tarda en volver a caer al suelo. **e)** Su velocidad a los tres segundos. **f)** Su velocidad al impactar con el suelo.

Solución: m

47.- Una partícula se mueve a lo largo del eje X, según la ecuación $x = t^2 - t - 2$ en unidades del SI. Calcula: **a)** La posición inicial. **b)** El instante en que pasa por el origen. **c)** La posición a los cinco segundos. **d)** La velocidad media en el intervalo de los 2 a los 3 segundos. **e)** La velocidad en los instantes 2 s y 5 s.

Solución: m

48.- Una partícula se desplaza a lo largo del eje OX con una aceleración $a = 3 - 0,5 t$ en el S.I. En el instante inicial sale del origen con una velocidad de 10 m/s. Calcula: **a)** La velocidad máxima de la partícula y el instante en que se alcanza ese máximo. **b)** La posición alcanzada y el espacio recorrido hasta llegar a ese máximo. **c)** Dibuja las gráficas $s(t)$, $v(t)$ y $a(t)$.

49.- Un móvil viaja en línea recta con una velocidad media de 1.200 cm/s durante 9 s, y luego con velocidad media de 480 cm/s durante 7 s, siendo ambas velocidades del mismo sentido: **a)** ¿cuál es el

desplazamiento total en el viaje de 16 s.? **b)** ¿cuál es la velocidad media del viaje completo?

Solución: **a)** 141,6 m; **b)** 8,4 m/s

50.- El movimiento de una partícula viene dado en el SI por: $x=t$; $y=2t-1$; $z=t+1$. Calcula: **a)** La posición de la partícula en cualquier instante. **b)** La posición inicial de la partícula. **c)** La posición de la partícula a los cinco segundos. **d)** La distancia al origen a la que se encuentra la partícula a los cinco segundos. **e)** El vector desplazamiento en este intervalo de tiempo.

Sol: **a)** $\vec{r} = t\mathbf{i} + (2t - 1)\mathbf{j} + (t + 1)\mathbf{k}$; **b)** (0,-1,1); **c)** (5,9,6); **d)** $\sqrt{142} \text{ m}$; **e)** (5,9,6)

51.- Un punto se mueve en el plano $Z=O$, según las ecuaciones: $x=2-t$; $y=t^2$. Calcula: **a)** La posición inicial. **b)** La posición cuatro segundos después. **c)** El desplazamiento en este intervalo de tiempo.

Sol: **a)** (2,0,0); **b)** (-2,16,0); **c)** (-4,16,9)

52.- A particle moves along a curve whose parametric equations are $x = 3t^2$, $y = 4 \text{ sen}3t$, $z = 5 \text{ cos}2t$. **a)** Find its velocity and acceleration. **b)** Find the magnitudes of the velocity and acceleration at $t = 0$.

Sol: **a)** $v_x=6t$; $a_x=6$; $v_y=12 \cdot \text{cos}3t$; $a_y=-36 \cdot \text{sen}3t$; $v_z=-10 \cdot \text{sen}2t$; $a_z=-20 \cdot \text{cos}2t$

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

1.- La rueda nº 1 gira a 600 rpm mientras que la nº 2 a $100 \pi \text{ rad/s}$. ¿Cuál de los dos posee mayor velocidad angular? ¿Cuántas vueltas dará cada una en 5 segundos?

Solución: $\omega_1 = 20 \pi \text{ rad/s}$; $\omega_2 = 100 \pi \text{ rad/s}$. La primera rueda da 50 vueltas y la segunda 250 vueltas.

2.- Imagínate que las moscas Aurelia y Benita se paran sobre un disco de música de 45 rpm de los que escuchaba tu profesor de Física en la edad del pavo. Aurelia se sitúa a 10 cm del centro mientras que Benita se coloca a 15 cm. ¿Cuántos metros de distancia recorrerá cada una en 20 segundos?

Solución: Aurelia recorre $3 \pi \text{ m}$ y Benita $4,5 \pi \text{ m}$.

3.- Un disco gira a razón de 25 rad/s. Calcula las vueltas que habrá dado al cabo de 10 segundos.

Solución: Ha dado 39,8 vueltas.

4.- Una rueda gira a 600 rpm. Comienza a acelerar con aceleración constante y al cabo de 10 segundos su velocidad angular se ha triplicado. Calcula su aceleración angular.

Solución: $\alpha = 4 \pi \text{ rad/s}^2$

5.- La Tierra recorre cada año, en su movimiento de traslación alrededor del Sol, una distancia de 940 millones de kilómetros. ¿Sabrías calcular a qué velocidad viajamos por el espacio?

Solución: $V = 29,8 \text{ km/s}$

6.- Un tren de juguete da vueltas en una pista circular de 10 m de radio con una velocidad constante de 36 km/h. Expresa su velocidad angular en rad/s y calcula las vueltas que dará en 5 minutos.

Solución: $\omega = 1 \text{ rad/s}$; Dará 48 vueltas

7.- Una rueda de 0,4 m de radio parte del reposo y al cabo de 4 s ha adquirido una velocidad angular constante de 360 rpm. Calcula: **a)** La aceleración angular media de la rueda. **b)** La velocidad de un punto de su periferia una vez alcanzada la velocidad angular constante. **c)** La aceleración normal en ese instante.

Solución: $a=3\pi \text{ rad/s}^2$; $V=4,8\pi \text{ m/s}$; $a_n=57,6 \pi^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

8.- Una rueda de 50 cm de radio gira a 180 r.p.m. Calcula: a) El módulo de la velocidad angular en rad/s. b) El módulo de la velocidad lineal de su borde. c) Su frecuencia.

Solución a) $\omega = 6\pi$ rad/s b) 9.42 m/s c) $f = 3$ Hz

9.- Un CD-ROM, que tiene un radio de 6 cm, gira a una velocidad de 2500 rpm. Calcula: a) El módulo de la velocidad angular en rad/s b) El módulo de la velocidad lineal de su borde. c) Su frecuencia.

Solución a) $\omega = 83.3\pi$ rad/s b) 15,7 m/s c) 41.66 Hz

10.- Teniendo en cuenta que la Tierra gira alrededor del Sol en 365.25 días y que el radio de giro medio es de $1,5 \cdot 10^{11}$ m, calcula (suponiendo que se mueve en un movimiento circular uniforme): a) El módulo de la velocidad angular en rad/día. b) El módulo de la velocidad a que viaja alrededor del Sol. c) El ángulo que recorrerá en 30 días. d) El módulo de la aceleración centrípeta provocada por el Sol.

Sol: a) $\omega = 0.0172$ rad/día b) 29861m/s c) $\theta = 0,516$ rad = $29^\circ 33'$ d) $5,9 \cdot 10^{-3}$ m/s²

11.- Calcular cuánto tiempo pasa entre dos momentos en que Marte y Júpiter estén sobre el mismo radio de sus órbitas (suponiendo que ambos se mueven con un movimiento circular uniforme). Periodos de sus órbitas alrededor del Sol: Marte: 687.0 días y Júpiter: 11.86 años.

Sol: $t = 816.6$ días

12.- Un piloto de avión bien entrenado aguanta aceleraciones de hasta 8 veces la de la gravedad, durante tiempos breves, sin perder el conocimiento. Para un avión que vuela a 2300 km/h, ¿cuál será el radio de giro mínimo que puede soportar?

Sol: $r = 5200$ m

13.- Tenemos un cubo con agua atado al final de una cuerda de 0.5 m y lo hacemos girar verticalmente. Calcular: a) El módulo de la velocidad lineal que debe adquirir para que la aceleración centrípeta sea igual a 9.8 m/s² b) El módulo de la velocidad angular en ese caso.

Sol: a) $v = 2.21$ m/s; b) $\omega = 4.42$ rad/s = 0.70 vueltas/s

14.- Una noria de 40 m de diámetro gira con una velocidad angular constante de 0,125 rad/s. Calcula: a) La distancia recorrida por un punto de la periferia en 1 min; b) El número de vueltas que da la noria en ese tiempo. c) Su periodo d) su frecuencia.

Sol.: a) 150 m; b) 1,19 vueltas; c) 50,27 segundos; d) 0,02 Hz

15.- Un ciclista recorre 5,4 km en 15 min a velocidad constante. Si el diámetro de las ruedas de su bicicleta es de 80 cm, calcula: a) la velocidad angular de las ruedas. b) el número de vueltas que dan las ruedas en ese tiempo.

Sol.: 15 rad/s; b) 2148,59 vueltas

16.- La rueda de una bicicleta tiene 30 cm de radio y gira uniformemente a razón de 25 vueltas por minuto. Calcula: a) La velocidad angular, en rad/s. b) La velocidad lineal de un punto de la periferia de la rueda. c) Angulo girado por la rueda en 30 segundos d) número de vueltas en ese tiempo.

Sol.: a) 2,62 rad/s; b) 0,79 m/s; c) 78,6 rad; d) 12,50 vueltas

17.- Calcula la velocidad lineal, la velocidad angular y la relación que existe entre éstas para dos puntos que describen circunferencias de 1,5 y 0,25 m de radio respectivamente.

Sol: $V = 1,5\pi$ m/s y $0,25\pi$ m/s . $\omega = \pi$ rad/s . Relación entre ambas: el radio de giro.

18.- Una rueda de 10 cm de radio gira a 3 rad/s Calcula la velocidad lineal de un punto de la periferia así como de otro punto situado a 5 cm del eje de giro.

Sol: 0,30 m/s y 0,15 m/s

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE ACELERADO

1.- Una partícula describe una circunferencia de radio 5 m, con una velocidad constante de 5 m/s. En un instante dado frena con una aceleración constante de 0,5 m/s, hasta pararse. Calcula: A) La aceleración antes de frenar. B) La aceleración dos segundos después de empezar a frenar. C) La aceleración angular mientras frena. D) El tiempo que tarda en pararse. E) El número de vueltas que da desde que empieza a frenar hasta que se detiene.

Sol:

2.- La velocidad angular de una rueda disminuye uniformemente de 1000 rpm a la mitad en 10 segundos. Encontrar: A) Su aceleración angular. B) El número de vueltas que da en esos diez segundos. C) El tiempo necesario para detenerse.

Sol:

3.- Calcula la velocidad y la aceleración centrípeta con que se mueve el Sol por la Vía Láctea sabiendo que el radio de su órbita vale $2,4 \cdot 10^{20}$ m y que su periodo es de $6,3 \cdot 10^{25}$ s.

Sol:

4.- Un volante tiene una velocidad angular de 1200 rpm y al cabo de 10 s su velocidad es de 400 rpm. Calcula: a) La aceleración angular del volante. b) El número de vueltas que ha dado en ese tiempo. c) El tiempo que tarda en detenerse. d) La velocidad del volante dos segundos antes de parar.

Sol: a) $-8,33$ rad/s²; b) 133,3 vueltas; c) 15 s; d) 16,76 rad/s

5.- Una partícula describe una trayectoria circular de radio 60 cm. Al pasar por el punto (60,0) lleva una velocidad angular de 5 rad/s y al volver a pasar lleva 7 rad/s. Calcula: a) La aceleración angular del movimiento. b) El tiempo que tarda en la primera vuelta. c) La velocidad lineal que lleva tras la primera vuelta. d) Las componentes de la aceleración en ese instante.

Sol:

6.- La Estación Espacial Internacional gira con velocidad angular constante alrededor de la Tierra cada 90 minutos en una órbita a 300 km de altura sobre la superficie terrestre (por tanto, el radio de la órbita es de 6670 km). a) Calcular la velocidad angular ω . b) Calcular la velocidad lineal v . c) ¿Tiene aceleración? En caso afirmativo, indicar sus características y, en caso negativo, explicar las razones de que no exista.

Sol: a) $\omega = \pi/2700$ rad/s b) $v = 7760$ m/s

7.- Un CD-ROM de 6 cm de radio gira a una velocidad de 2500 rpm. Si tarda en pararse 15 s, calcula: a) El módulo de la aceleración angular. b) Las vueltas que da antes de detenerse. c) El módulo de la velocidad angular para $t = 10$ s

Sol: a) $\alpha = -5.55 \pi$ rad/s² b) $\theta = 625\pi$ rad = 312.5 vueltas c) $\omega = 27.77\pi$ rad/s

8.- Una lavadora está girando a 1500 r.p.m., se desconecta y se detiene en 10 s. Calcula: a) Su aceleración angular α . b) Las vueltas que da hasta detenerse.

Solución a) $\alpha = -15.70$ rad/s²; b) $\theta = 125$ vueltas

Composición de Movimientos

9.- Un coche con unas ruedas de 30 cm de radio acelera desde 0 hasta 100 km/h en 5 s. Calcular: a) El módulo de la aceleración angular. b) Las vueltas que da en ese tiempo. c) El módulo de la velocidad angular para $t=3$ s. d) El módulo de la aceleración tangencial. e) El módulo de la aceleración normal para $t=5$ s.

Sol: a) $\alpha = 18.52 \text{ rad/s}^2$ b) 36.84 c) 55.56 rad/s d) $a_t = 5.55 \text{ m/s}^2$ e) $a_n = 2572 \text{ m/s}^2$

10.- Una lavadora pasa de estar detenida a girar a 450 r.p.m. en 15 s. Si el radio del tambor es de 25 cm, calcular: a) El módulo de la aceleración angular. b) Las vueltas que da en ese tiempo. c) El módulo de la velocidad angular para $t=10$ s d) El módulo de la aceleración tangencial. e) El módulo de la aceleración normal para $t=15$ s

Sol: a) $\pi \text{ rad/s}^2$ b) 56.25 c) $10\pi \text{ rad/s}$ d) $a_t = 0.78 \text{ m/s}^2$ e) $a_n = 555.2 \text{ m/s}^2$

11.- Un disco que está girando a 2 vueltas/s, frena y se detiene en 9 s. Calcular: a) Su aceleración angular. b) Las vueltas que da hasta detenerse. c) La velocidad del borde del disco para $t=2$ s si el radio del disco es de 15 cm.

Sol: a) $\alpha = -4\pi/9 \text{ rad/s}^2$ b) $\theta = 9$ vueltas c) $v = 1.46 \text{ m/s}$

12.- Una centrifugadora arranca y tarda 15 s en alcanzar 720 rpm. Calcular: a) Aceleración angular. b) velocidad lineal de su borde para $t=10$ s, si tiene 30 cm de radio. c) Las vueltas que da en los 15 primeros segundos.

Sol: a) $8\pi/5 \text{ rad/s}^2$; b) 15,08 m/s; c) $\theta = 90$ vueltas

13.- El tambor de una secadora que estaba parada arranca hasta alcanzar una velocidad angular de 500 vueltas por segundo en 5 segundos. Calcula: a) La aceleración angular. b) La velocidad angular 3 segundos después de arrancar. c) Las vueltas que da en los 5 segundos en que está acelerando.

Solución a) $\alpha = 200\pi \text{ rad/s}^2$ b) $600\pi \text{ rad/s}$ c) 1250 vueltas

14.- Dejamos caer un yo-yo y pasa de no girar a hacerlo a 3 vueltas por segundo en los 2 segundos que tarda en bajar. Calcula: a) Su aceleración angular. b) Las vueltas que dará en los dos segundos.

Sol: a) $\alpha = 3\pi \text{ rad/s}^2$; b) $\theta = 6\pi \text{ rad} = 3$ vueltas

15.- La velocidad angular de una rueda disminuye uniformemente desde 900 hasta 800 r.p.m. en 5 segundos. Calcular la aceleración angular, el número de revoluciones efectuadas por la rueda en ese tiempo, y determinad cuánto tiempo más hará falta para que la rueda se detenga, suponiendo que se mantiene constante la aceleración de frenado.

Sol: 2.09 rad/s^2 ; 70.84 vueltas; 40 s.

16.- Un punto se mueve sobre una circunferencia de acuerdo con la ley $s=t^3+2t^2$, siendo s la longitud de arco recorrido y t el tiempo. Si la aceleración total del punto al cabo de 2 s es de 162, ¿cuál es el radio de la circunferencia?

Sol: 25 metros

17.- Una rueda que gira a 300 r.p.m comienza a frenar con una aceleración constante de 2 rad/s^2 . ¿Cuánto tiempo tardará en pararse?

Sol: 5π seg

1.- Lanzamos al aire una pelota de 200 g desde una altura de 55 m sobre el nivel del suelo, con una velocidad de 50 m/s y en una dirección que forma 37° con la horizontal. Calcula: **a)** La posición del punto de impacto sobre el suelo. **b)** El vector velocidad en ese punto y, a partir de ese vector, el ángulo que forma con la horizontal la trayectoria del cuerpo cuando llega al suelo.

Sol:

2.- Se lanza una bola con una velocidad de 25 m/s, formando un ángulo de $53,1^\circ$ por encima de la horizontal. ¿A qué altura chocará la bola con un muro vertical que está a 30 m de distancia?

Sol:

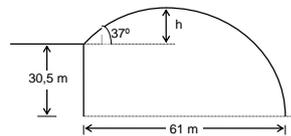
3.- Un futbolista pega una parada a un balón que sale formando 37° con la horizontal. La velocidad que le comunica es de 12 m/s. Calcula: **a)** La altura a la que llega el balón. **b)** La distancia horizontal que recorre. **c)** El tiempo que está en el aire. **d)** La velocidad con que llega al suelo.

Sol:

4.- Un esquiador especialista en la modalidad de salto desciende por una rampa, que supondremos un plano inclinado que forma un ángulo de 13° con la horizontal y de 50m de longitud. El extremo inferior de la rampa se encuentra a 14m sobre el suelo horizontal. Ignorando los rozamientos y suponiendo que parte del reposo, calcular **a)** La velocidad que tendrá al abandonar la rampa. **b)** La distancia horizontal que recorrería en el aire antes de llegar al suelo. Dato: $g = 10 \text{ m/s}^2$

Sol: a) 15 m/s; b) 20m

5.- Se lanza una piedra desde un acantilado con un ángulo de 37° con la horizontal como se indica en la figura. El acantilado tiene una altura de 30,5 m respecto al nivel del mar y la piedra alcanza el agua a 61 m medidos horizontalmente desde el acantilado. Encontrar: **a)** El tiempo que tarda la piedra en alcanzar el mar desde que se lanza desde el acantilado. **b)** la altura, h , máxima alcanzada por la piedra.



Sol: 3'95 s; 6'84 m

6.- Desde lo alto de un acantilado de 60 m de altura se lanza un cuerpo horizontalmente con una velocidad de 20 m/s. Calcula: **a)** dónde se encuentra dos segundos después. **b)** La velocidad que tiene en ese instante. **c)** El tiempo que tarda en llegar al agua. **d)** La velocidad que lleva en ese instante. **e)** El alcance máximo. **f)** El punto de la trayectoria en que $v_x = v_y$.

Sol:

7.- Un avión, que vuela horizontalmente a 1.000 m de altura con una velocidad constante de 100 m/s, deja caer una bomba para que dé sobre un vehículo que está en el suelo. Calcular a qué distancia del vehículo, medida horizontalmente, debe soltar la bomba si éste: **a)** está parado **b)** se aleja del avión a 72 Km/h.

Sol: 1414 m; 1131'2 m

8.- Un cañón de un barco lanza horizontalmente, desde una altura de 5 metros respecto al nivel del mar, un proyectil con una velocidad inicial de $900 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Si el tubo del cañón es de 15 m de longitud y se supone que el movimiento del proyectil dentro del tubo es uniformemente acelerado, debido a la fuerza constante de los gases de la combustión de la pólvora, calcular: **a)** La aceleración del proyectil dentro del cañón y el tiempo invertido por el proyectil en recorrer el tubo del cañón. **b)** La distancia horizontal total alcanzada por el proyectil cuando se introduce en el agua. Datos $g=10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Sol: $2,7 \times 10^4 \text{ ms}^{-2}$; $0,033 \text{ s}$; 900 m

9.- Por la ventana de un edificio, a 15 metros de altura, se lanza horizontalmente una bola con una velocidad de 10 m/s. Hay un edificio enfrente, a 12 metros, más alto que el anterior. **a)** ¿choca la bola con el edificio de enfrente o cae directamente al suelo?. **b)** si tropieza contra el edificio ¿a qué altura del suelo lo hace?.

Sol: a) si choca b) 7,94 m

10.- Se lanza un objeto desde el punto más alto de un edificio de 30 m de altura, con una velocidad inicial de 30 m/s y con ángulo de 30° con la horizontal. Halla: **a)** Las ecuaciones de movimiento. **b)** El tiempo que tarda el objeto en alcanzar su altura máxima. **c)** El valor de la altura máxima respecto al suelo. **d)** El tiempo que tarda en llegar al suelo. **e)** La distancia entre la base del edificio y el punto de impacto en el suelo. **f)** La velocidad con la que llega al suelo.

a) $x=26t$; $y=30+15t-4,9t^2$; b) 1,53s; c) 41,5m; d) 4,44s; e) 115m; f) 38,6 m/s

11.- Un pastor lanza una piedra con una honda alcanzando un objetivo que está a 200 m en la horizontal del tiro. Si el ángulo de salida fue 45° , calcula la velocidad de lanzamiento. Calcula también la altura máxima alcanzada y el tiempo de vuelo.

Sol: 44,72 m/s; 50 m; 6,32 s

12.- En un duelo del lejano Oeste un pistolero dispara horizontalmente una bala con 200 m/s desde una altura de 1,25 m. Calcular la distancia mínima entre los adversarios situados en plano horizontal, para que la presunta víctima no sea alcanzada.

Sol: 101 m

13.- El famoso cañón Berta (de la 1ª Guerra Mundial) tenía un alcance de 100 Km. Despreciando la resistencia del aire, calcular: **a)** la rapidez del proyectil al salir por la boca del cañón. **b)** La altura máxima del proyectil.

Sol: 900 m/s; 50 Km

14.- Un avión de bombardeo baja en picado a una velocidad de 700 Km/h , formando un ángulo de 45° con al horizontal. Cuando está a una altura de 400 m sobre el suelo suelta una bomba. Calcular: **a)** el tiempo que tarda en llegar al suelo. **b)** La rapidez con que llega. **c)** El punto en que cae.

Sol: a) 2,66s b) 213 m/s c) 365,75 m

15.- Un hombre en una barca navega río arriba. Al pasar por debajo de un puente se le cae una botella (de whisky) sin que el hombre la eche de menos hasta 20 minutos más tarde, cuando necesita un trago. En ese momento da la vuelta inmediatamente, y remando con la misma velocidad respecto al agua que antes logra atrapar la botella un kilómetro más abajo del puente. Calcúlese la velocidad del agua del río.

Sol: a) 1,5 km/h

16.- Un jugador lanza una pelota formando un ángulo de 37° con la horizontal y con una velocidad inicial de $14,5 \text{ m/s}$. Un segundo jugador que está a $30,5 \text{ m}$ de distancia del primero en la dirección del lanzamiento inicia una carrera para encontrar la pelota, en el instante de ser lanzada. Halla la velocidad con que debe correr para coger la pelota antes de que caiga al suelo.

Sol: 5,6 m/s

17.- Un cañón de un barco lanza horizontalmente, desde una altura de 5 metros respecto al nivel del mar, un proyectil con una velocidad inicial de 900 ms^{-1} . Si el tubo del cañón es de 15 m de longitud y se supone que el movimiento del proyectil dentro del tubo es uniformemente acelerado, debido a la fuerza constante de los gases de la combustión de la pólvora, calcular: **a)** La aceleración del proyectil dentro del cañón y el tiempo invertido por el proyectil en recorrer el tubo del cañón. **b)** La distancia horizontal recorrida hasta el agua.

Sol: $2,7 \times 10^4 \text{ ms}^{-2}$; $0,033 \text{ s}$; 900 m

18.- Un vehículo avanza a 108 km/h . Si la aceleración típica de frenada es de 6 ms^{-2} , calcular: **a)** la distancia que recorre antes de parar; **b)** la altura desde donde debe caer libremente, para que al llegar al suelo tenga la misma energía cinética que al avanzar a 108 km/h . ($g=10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

Sol: a) $d=75 \text{ m}$; b) $h=45 \text{ m}$

19.- Un ascensor sube con una aceleración vertical de $1,22 \text{ m/s}^2$. En el instante en que su velocidad es de $2,44 \text{ m/s}$, un tornillo se desprende del techo del ascensor, que está a $2,74 \text{ m}$ del suelo del mismo. Calcular: **a)** el tiempo que tarda el tornillo en chocar con el suelo. **b)** La distancia recorrida hasta chocar con el suelo del ascensor.

Sol: $t=0,705 \text{ s}$; $s=0,72 \text{ m}$

20.- En un tubo de rayos catódicos se dispara horizontalmente un haz de electrones con una velocidad de 10^7 m/s en la región situada entre un par de placas metálicas horizontales de $0,02 \text{ m}$ de largo. Un campo eléctrico entre las placas ejerce sobre los electrones una aceleración constante hacia abajo de magnitud 10^{15} m/s^2 . Calcular: **a)** el desplazamiento vertical del haz al pasar a través de las placas. **b)** la velocidad del haz cuando sale de las placas.

Sol: $-0,002 \text{ m}$; $10,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

21.- Un avión desciende en picado con un ángulo de 53° respecto a la vertical, y deja caer una bomba desde una altura de 732 m , que llega al suelo 5 s después de ser soltada. **a)** ¿Cuál era la velocidad del avión en el momento de soltar la bomba? **b)** ¿Qué distancia avanzó horizontalmente la bomba desde que se soltó? **c)** ¿Cuál era la velocidad de la bomba en el momento del impacto?

Sol: $V_0 = 203,2 \text{ m/s}$; b) $x = 812,8 \text{ m}$; c) $V = 235,3 \text{ m/s}$

b) $V = 12 \text{ m/s}$ $a = 20,88 \text{ m/s}^2$

22.- Un rifle dispara una bala con una velocidad de salida horizontal de 457 m/s . Se desea alcanzar un blanco pequeño colocado a $45,7 \text{ m}$ de distancia. ¿A qué altura debe colocarse el rifle sobre el blanco para conseguirlo?

Sol: 0,049 m

23.- Se lanza desde el suelo una pelota, formando un ángulo de 30° con la horizontal, y cae justo en el borde de una terraza de un edificio situado a 30 m de distancia del punto de lanzamiento. La terraza está a 10 m de altura. Calculad la velocidad inicial que se le dio a la pelota.

Sol: 28.34 m/s.