

# CINEMÁTICA

La cinemática estudia los movimientos, cambios de posición de los cuerpos en relación al tiempo, sin preocuparse por las causas que lo provocan. Por ejemplo, al estudiar el movimiento de un automóvil diremos que se mueve según una determinada trayectoria, luego indicaremos las distintas posiciones que ocupa o las distancias que recorre a medida que transcurre el tiempo, finalmente daremos detalles de las distintas velocidades y aceleraciones que experimenta el vehículo, etc., pero en ningún caso trataremos de explicar las razones o causas que provocan cada uno de estos hechos.

La posición y el movimiento de un cuerpo son siempre relativos, por ello es necesario definir un sistema de referencia (ejes cartesianos ortogonales o en general un sistema de coordenadas) respecto del cual se determinarán las posiciones, y naturalmente, los movimientos de los cuerpos. El sistema de referencia a utilizar dependerá del tipo de movimiento que se intente analizar: si se trata de analizar un cuerpo que se desplaza según una trayectoria recta, bastará con un eje de coordenadas (recta graduada con un determinado sentido), que permita en cada instante conocer la posición (el lugar) en la cual se encuentra el cuerpo; si la trayectoria es curva pero plana, bastará un sistema de coordenadas con dos ejes ortogonales (perpendiculares); finalmente si se trata de analizar el movimiento de un cuerpo que describe una trayectoria en el espacio, necesitaremos de una terna de ejes coordenados ortogonales.

El cuerpo, cuyo movimiento se estudia, podrá ser ubicado (conocer su posición) dando el valor de las coordenadas que le corresponden en relación con el sistema de referencia elegido; decir que el cuerpo se mueve en relación con el sistema de coordenadas de referencia elegido equivale a expresar que el valor de sus coordenadas se modifican cuando transcurre el tiempo.

Los cuerpos cuyo movimiento estudiaremos serán considerados como puntuales (partículas), es decir que un sólo punto bastará para representarlos. Naturalmente, se trata de una aproximación a la realidad, que será tanto más válida cuanto menor sea la dimensión del cuerpo en relación con la distancia que recorre. Por ejemplo, si un automóvil de 3,2m de longitud se desplaza 5m, no podrá ser considerado como una partícula, pero, si el mismo automóvil recorre una distancia de 15km, podrá ser considerado como partícula sin inconvenientes.

A continuación mostramos como puede conocerse la posición de un cuerpo cuando se identifica el valor de las coordenadas que le corresponden en relación con el sistema de referencia elegido (figuras 2.1 y 2.2). También se muestra como a un determinado cuerpo le pueden corresponder distintos valores de coordenadas según el sistema de referencia elegido (figura 2.3).

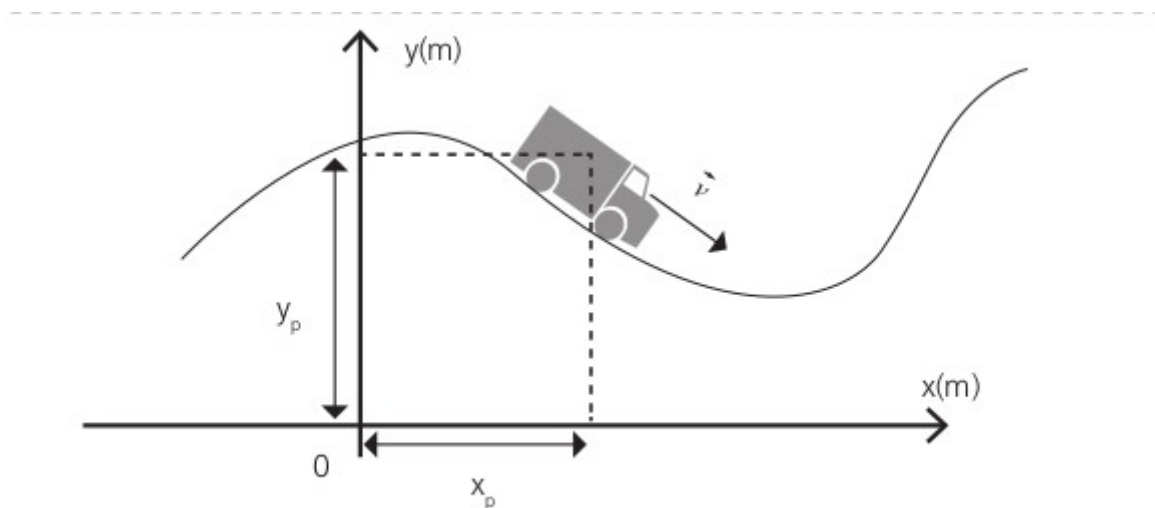


Figura 2.2. Posición de un cuerpo que se mueve según una trayectoria curva plana

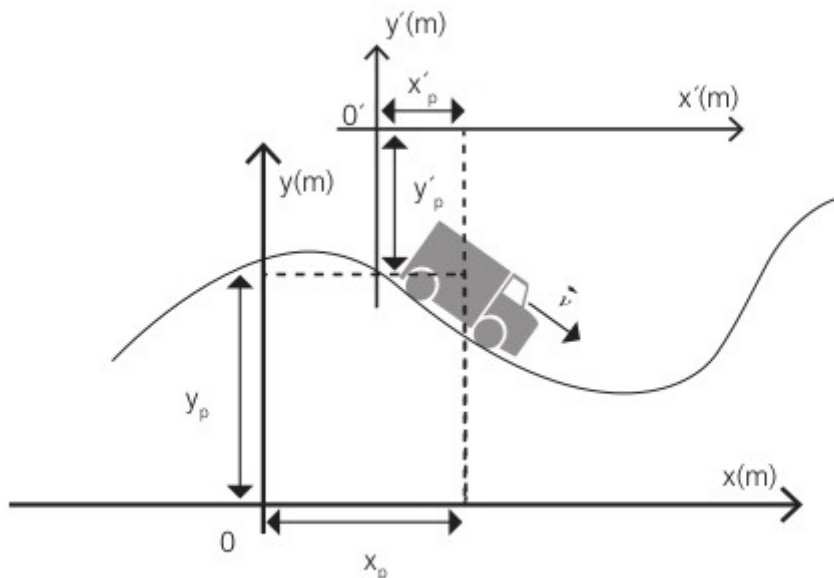


Figura 2.3. Distintas posiciones de un cuerpo en relación con

## VECTOR POSICIÓN. TRAYECTORIA Y DESPLAZAMIENTO

Para facilitar su presentación consideraremos el caso particular de un cuerpo que se mueve en el plano. La posición de dicho cuerpo en un instante dado, punto P, puede determinarse con el vector posición ( $\vec{r}_p$ ). Este se dibuja con su origen coincidiendo con el origen del sistema de coordenadas, y con su extremo en la posición del cuerpo. Figura 2.4. El vector posición queda determinado por el valor de las coordenadas (x,y), que le corresponden a su extremo.

Aplicando el teorema de Pitágoras, puede calcularse el módulo del vector  $\vec{r}_p$  como

$$r_p = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Las figuras 2.5 y 2.6 nos muestran distintos vectores posición, que precisan sobre el lugar que ocupan cuerpos que están en movimiento y otros que están en reposo. En todos los casos, el valor de las coordenadas del vector, depende del sistema de referencia elegido para describir la situación física planteada.

Despreciando la curvatura de la superficie terrestre, podemos considerar como plano el lugar en el cual se encuentran todos los cuerpos cuya posición queremos determinar; por dicho motivo, nos bastará un sistema de dos ejes coordenados para fijar la posición de cada cuerpo.

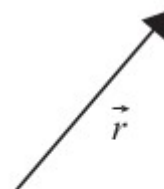


Figura 2.4. Vector posición

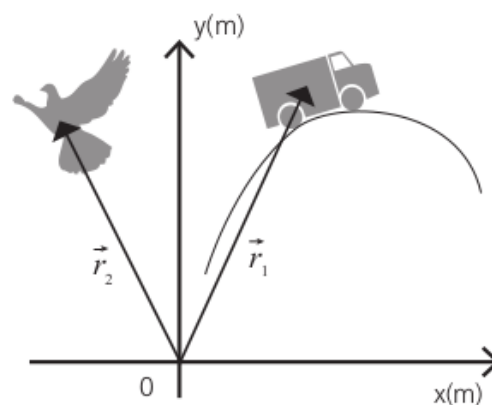


Figura 2.5. Vectores posición que precisan sobre el lugar que ocupan determinados cuerpos que están en movimiento, en un instante determinado

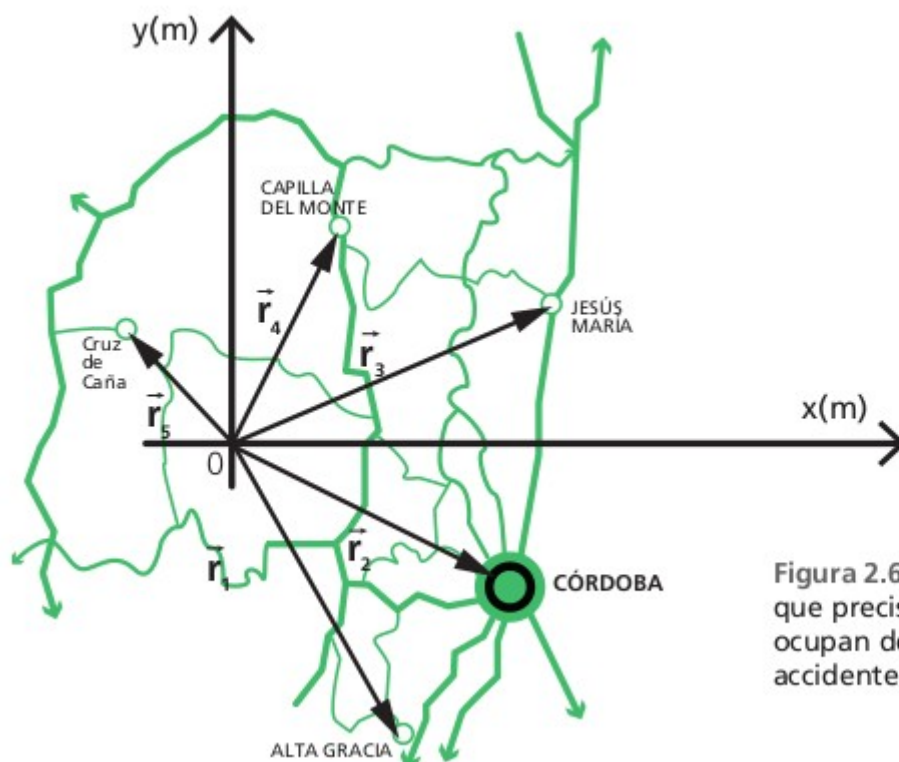


Figura 2.6. Vectores posición que precisan sobre el lugar que ocupan determinadas ciudades o accidentes geográficos

Si el cuerpo se mueve, el vector posición cambiará; por ejemplo si pasa del punto P al punto Q, el vector posición pasará de  $\vec{r}_p$  a  $\vec{r}_q$ . Figura 2.7.

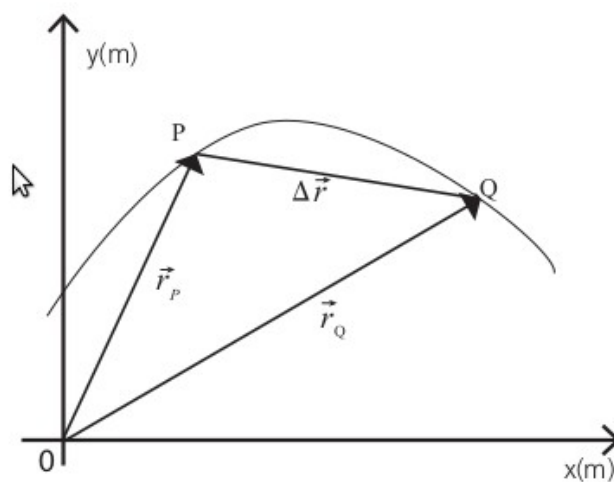


Figura 2.7. Diferencia entre trayectoria y desplazamiento



**TRAYECTORIA:** así se llama al lugar geométrico definido por el conjunto de los puntos del espacio que ocupa sucesivamente una partícula (cuerpo), en su movimiento desde una posición inicial  $P$  hasta una posición final  $Q$ . Cada uno de esos puntos corresponde a una “posición” del cuerpo en un instante dado.



**DESPLAZAMIENTO:** así se denomina a la diferencia entre la posición final  $Q$  y la posición inicial  $P$ , y se representa con un vector  $\Delta \vec{r}$  con origen en  $P$  y extremo en  $Q$ . También y de acuerdo a la definición, puede considerarse a  $\Delta \vec{r}$  como  $\Delta \vec{r} = \vec{r}_Q - \vec{r}_P$ .

## VELOCIDAD Y ACELERACIÓN

Si bien los conceptos de velocidad y aceleración son intuitivos, repasaremos cuidadosamente estas ideas y abordaremos las definiciones que desde la física dan precisiones sobre ambas.

La velocidad ( $v$ ) de un cuerpo es la relación que existe entre el espacio que recorre y el tiempo que emplea en recorrerlo. Un cuerpo que modifica su posición a medida que transcurre el tiempo, está animado de una cierta velocidad; ésta podrá ser constante o variable, dependiendo del tipo de movimiento que se trate.

Si designamos el espacio recorrido como  $\Delta \vec{r}$  y el tiempo que tarda en recorrerlo como  $\Delta t$ , la definición de velocidad permite escribir

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{(\vec{r}_f - \vec{r}_i)}{(t_f - t_i)}$$

donde  $\vec{r}_f$  es la posición final del cuerpo que ocupa en el instante  $t_f$  y  $\vec{r}_i$  es la posición inicial del cuerpo que ocupa en el instante  $t_i$ .

La aceleración ( $a$ ) de un cuerpo es la relación que existe entre el cambio de velocidad que experimenta y el tiempo que tarda en experimentarlo. Un cuerpo que modifica su velocidad a medida que transcurre el tiempo, está animado de una cierta aceleración; ésta podrá ser constante o variable, dependiendo del tipo de movimiento que se trate.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_i)}{(t_f - t_i)}$$

donde  $\vec{v}_f$  es la velocidad final del cuerpo en el instante  $t_f$  y  $\vec{v}_i$  es la velocidad inicial del cuerpo en el instante  $t_i$ .

## VELOCIDAD Y ACELERACIÓN, MEDIA E INSTANTÁNEA

Si designamos el espacio recorrido como  $\Delta x$  y el tiempo que tarda en recorrerlo como  $\Delta t$ , la definición de velocidad permite escribir

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(x_f - x_i)}{(t_f - t_i)}$$

donde  $x_f$  la posición final del cuerpo que ocupa en el instante  $t_f$ , y  $x_i$  es la posición inicial del cuerpo que ocupa en el instante  $t_i$ .

A la velocidad así calculada se la denomina velocidad media o promedio entre ambas posiciones o entre los instantes de tiempo correspondientes a ambas posiciones.

Acerca de la velocidad media, también puede decirse que es aquella que le hubiera permitido al cuerpo recorrer con velocidad constante el mismo espacio  $\Delta x = x_f - x_i$  en el mismo lapso  $\Delta t = t_f - t_i$ .

La velocidad que da información sobre el movimiento del cuerpo en un instante determinado, se denomina velocidad instantánea y se simboliza por  $v$ . Por ejemplo, si deseamos conocer la velocidad en el instante de tiempo que consideramos como inicial  $t_i$  (posición  $x_i$ ), debe aproximarse el instante final al inicial tanto como se pueda (ambos instantes deben estar infinitamente próximos), para de ese modo extraer información sobre lo que realmente ocurre en ese instante.

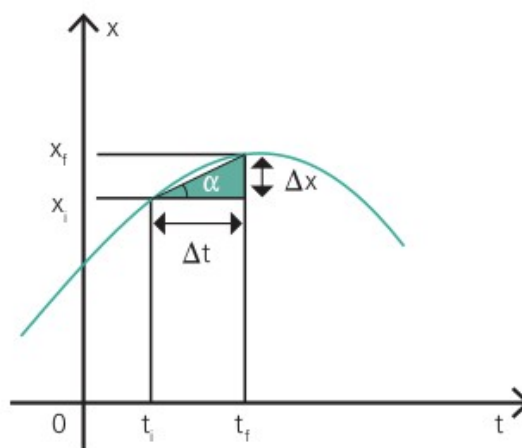


Figura 2.14. Interpretación gráfica de la velocidad media

Según definimos anteriormente la aceleración ( $a$ ) de un cuerpo es la relación que existe entre el cambio de velocidad que experimenta y el tiempo que tarda en experimentarlo. También expresamos que un cuerpo que modifica su velocidad a medida que transcurre el tiempo, está animado de una cierta aceleración; ésta podrá ser constante o variable, dependiendo del tipo de movimiento que se trate.

Si designamos el cambio de velocidad que experimenta el cuerpo como  $\Delta v$  y el tiempo que tarda en experimentarlo como  $\Delta t$ , la definición de aceleración permite escribir

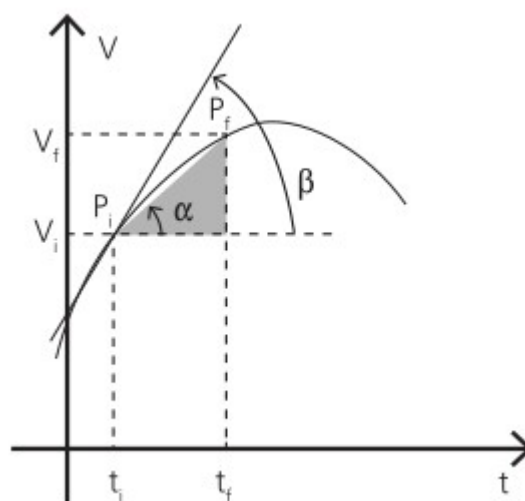
$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(v_f - v_i)}{(t_f - t_i)}$$

donde  $v_f$  es la velocidad final del cuerpo en el instante  $t_f$ , y  $v_i$  es la velocidad inicial del cuerpo en el instante  $t_i$ .

A la aceleración así calculada se la denomina aceleración media o promedio entre ambas velocidades o entre los instantes de tiempo correspondientes a ambas velocidades.

Acerca de la aceleración media, también puede decirse que es aquella que le hubiera permitido al cuerpo experimentar, con aceleración constante, el mismo cambio de velocidad  $\Delta v = v_f - v_i$  en el mismo lapso  $\Delta t = t_f - t_i$ .

La aceleración que da información sobre el movimiento del cuerpo en un instante determinado, se denomina aceleración instantánea y se simboliza por  $a$ . Por ejemplo, si deseamos conocer la aceleración en el instante de tiempo que consideramos como inicial  $t_i$  (velocidad  $v_i$ ), debe aproximarse el instante final al inicial tanto como se pueda (ambos instantes deben estar infinitamente próximos), para de ese modo extraer información sobre lo que realmente ocurre en ese instante.



## MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

Los cuerpos que se desplazan con movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV), se caracterizan por experimentar cambios de velocidades iguales en intervalos de tiempo iguales. De acuerdo a la definición de aceleración, observando la tabla y/o la función velocidad representada, se advierte que este tipo de movimiento también se caracteriza por poseer un valor de aceleración constante.

Dado que el valor de aceleración es una constante del movimiento, las aceleraciones media e instantánea coinciden, y genéricamente para ellas vale la expresión

$$a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(v_f - v_i)}{(t_f - t_i)}$$

Si consideramos que vamos a describir el movimiento de tal manera que  $t_i = 0s$ , llegamos (despejando) a dos ecuaciones importantes en la descripción de movimientos en MRUV.

$$v_f = a \Delta t + v_i = at + v_i$$
$$x_f = \frac{a}{2} t^2 + v_i t + x_i$$

### Fuente

- Cuadernillo de física de ingreso 2018 de la FCEFyN ([http://www.portal.efn.uncor.edu/archivos/alumnos/ingreso2018/CINEU\\_2018\\_Fisica.pdf](http://www.portal.efn.uncor.edu/archivos/alumnos/ingreso2018/CINEU_2018_Fisica.pdf))

## PROBLEMAS Y EJERCICIOS

1. Un gusano se arrastra a 3cm/s. Una hormiga puede caminar a 20m/min. Si hubiera una cacería, ¿quién se come a quién?
2. Graficar la velocidad en función del tiempo y el espacio en función del tiempo de un movimiento rectilíneo uniforme conociendo los siguientes datos:  $v=20\text{km/h}$   $t=5\text{h}$ .
  - a) Para el primer gráfico tenga en cuenta las características del MRU
  - b) Para el segundo gráfico, escriba la función posición con los datos del enunciado. Además, suponga que el movimiento empieza en  $t=0s$  y  $x_i=0\text{mts}$ .
  - c) Evalúe la función posición para los tiempos: 1h, 2h, 3h.
  - d) Luego maque dichos resultados en el plano coordenado cartesiano.
3. Una moto pasa a las 10:15hs por el mojón que señala el kilómetro 30 de una ruta y marcha todo el tiempo a 80km/h. ¿**Dónde** estará a las 15h?
  - a) Determine que tipo de movimiento es.

- b) Elija desde cuándo va a empezar a contar el movimiento (definir el tiempo inicial). Además elija dónde estará el observador (origen del sistema).
  - c) Arme ahora la función posición con esos datos.
  - d) Calcule, según el  $t_i$  definido, el tiempo que transcurrió de acuerdo al enunciado.
  - e) Por último, evalúe la función posición para ese tiempo.
  - f) Responda a la pregunta del enunciado.
4. Un vehículo marcha a 72km/h. Entra en una pendiente y adquiere una aceleración de  $0,5\text{m/s}^2$  y la recorre durante 6s hasta llegar a **terreno llano**. ¿Cuál es el **largo** de la misma?
- a) Determine que tipo de movimiento es.
  - b) Elija desde cuándo va a empezar a contar el movimiento (definir el tiempo inicial). Además elija dónde estará el observador (origen del sistema).
  - c) Arme ahora la función posición con esos datos.
  - d) Evalúe la función para el tiempo solicitado por el problema.
  - e) Responda a la pregunta del enunciado.
5. Un tren posee una velocidad de 75km/h. Aplica los frenos y se detiene al minuto y medio. Calcular su **aceleración** y la **distancia recorrida**.
- a) Determine que tipo de movimiento es.
  - b) Elija desde cuándo va a empezar a contar el movimiento (definir el tiempo inicial). Además elija dónde estará el observador (origen del sistema).
  - c) Arme ahora la función posición con esos datos y la función velocidad instantánea.
  - d) Determine cuál de las dos ecuaciones puede completar a partir de los datos del enunciado, y hágalo.
  - e) Responda a la pregunta del enunciado.
6. Un auto de Fórmula 1 que corre a 252km/h puede detenerse por acción de sus frenos en 5s. Determinar la **aceleración** que le producen sus frenos.
- a) Determine que tipo de movimiento es.
  - b) Elija desde cuándo va a empezar a contar el movimiento (definir el tiempo inicial). Además elija dónde estará el observador (origen del sistema).
  - c) Arme ahora la función posición con esos datos y la función velocidad instantánea.
  - d) Determine cuál de las dos ecuaciones puede completar a partir de los datos del enunciado, y hágalo.
  - e) Responda a la pregunta del enunciado.
7. Supongamos que se deja caer un cuerpo desde una altura desconocida, después de transcurridos unos seis segundos el objeto toca el suelo. ¿Desde qué altura se arrojó el objeto, y con qué velocidad golpea el suelo?
- a) Determine que tipo de movimiento es.
  - b) Elija desde cuándo va a empezar a contar el movimiento (definir el tiempo inicial). Además elija dónde estará el observador (origen del sistema).
  - c) Arme ahora la función posición con esos datos y la función velocidad instantánea.
  - d) Determine complete las dos ecuaciones a partir de los datos del enunciado.
  - e) Responda a la pregunta del enunciado.
8. Un ratón se dirige a su hueco en línea recta con una velocidad constante de 2 m/s, cuando le faltan 5 metros para llegar, pasa por el lado de un gato que se encuentra

en reposo. Si el gato acelera a razón de  $2\text{m/s}^2$  en dirección del ratón. ¿Logrará alcanzarlo? y si lo hace , ¿a qué distancia del agujero?

9. Un policía observa a un delincuente que se encuentra a 6 m. de él , en ese instante el delincuente se da a la fuga con una velocidad de  $1\text{m/s}$ . De inmediato el agente parte acelerando a razón de  $2\text{ m/s}^2$  en su persecución. ¿Después de qué tiempo será atrapado el delincuente?