



Capítulo 6A. Aceleración

Presentación PowerPoint de

Paul E. Tippens, Profesor de Física

Southern Polytechnic State University

© 2007



El cheetah (guepardo): Un gato diseñado para correr. Su fortaleza y agilidad le permiten sostener una rapidez tope de más de 100 km/h. Tales rapidezces sólo se pueden mantener durante unos diez segundos.

Foto © Vol. 44 Photo Disk/Getty

Objetivos: Después de completar este módulo, deberá:

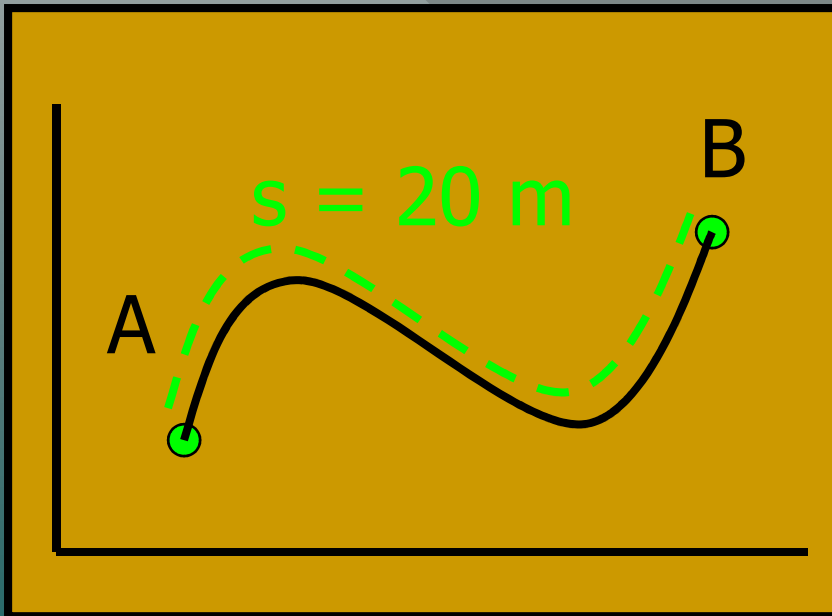
- Definir y aplicar los conceptos de velocidad **promedio** e **instantánea** y aceleración.
- Resolver problemas que involucren **velocidad** inicial y final, **aceleración**, **desplazamiento** y **tiempo**.
- Demostrar su comprensión de las direcciones y signos para velocidad, desplazamiento y aceleración.
- Resolver problemas que involucren un cuerpo en caída libre en un **campo gravitacional**.

Aceleración uniforme en una dirección:

- El movimiento es a lo largo de una línea recta (horizontal, vertical o inclinado).
- Los cambios en el movimiento resultan de una fuerza **CONSTANTE** que produce aceleración uniforme.
- La causa del movimiento se discutirá más tarde. Aquí sólo se tratan los cambios.
- El objeto en movimiento se trata como si fuese una partícula puntual.

Distancia y desplazamiento

Distancia es la longitud de la trayectoria real que sigue el objeto. Considere el viaje del punto A al punto B en el siguiente diagrama:



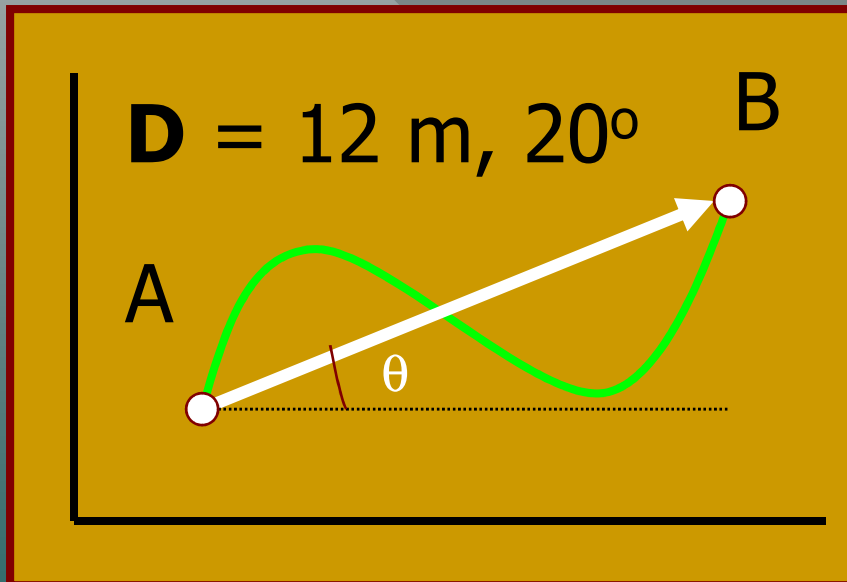
La distancia s es una cantidad **escalar** (sin dirección):

Sólo contiene **magnitud** y consta de un **número** y una **unidad**.

(20 m, 40 mi/h, 10 gal)

Distancia y desplazamiento

Desplazamiento es la separación en línea recta de dos puntos en una dirección específica.



Una cantidad **vectorial**:

Contiene **magnitud** Y **dirección**, un **número**, **unidad** y **ángulo**.

(12 m, 30° ; 8 km/h, N)

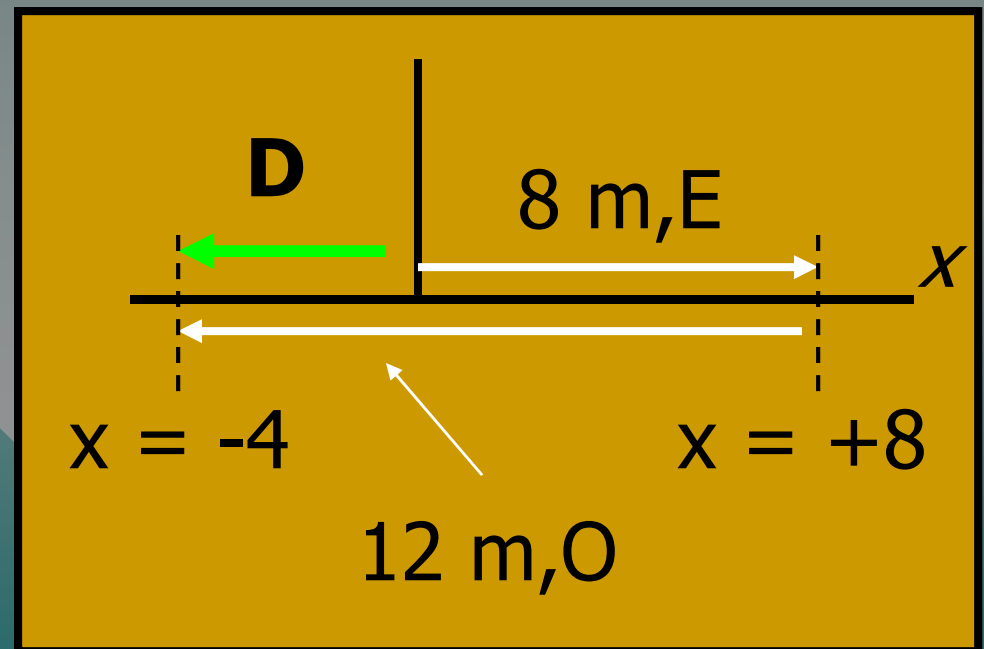
Distancia y desplazamiento

- Para movimiento a lo largo de los ejes x o y , el **desplazamiento** se determina por la coordenada x o y de su posición final. Ejemplo: Considere un auto que viaja 8 m al E, luego 12 m al O.

El desplazamiento neto **D** es desde el origen hasta la posición final:

$$\mathbf{D} = 4 \text{ m, W}$$

¿Cuál es la distancia recorrida? 20 m !!

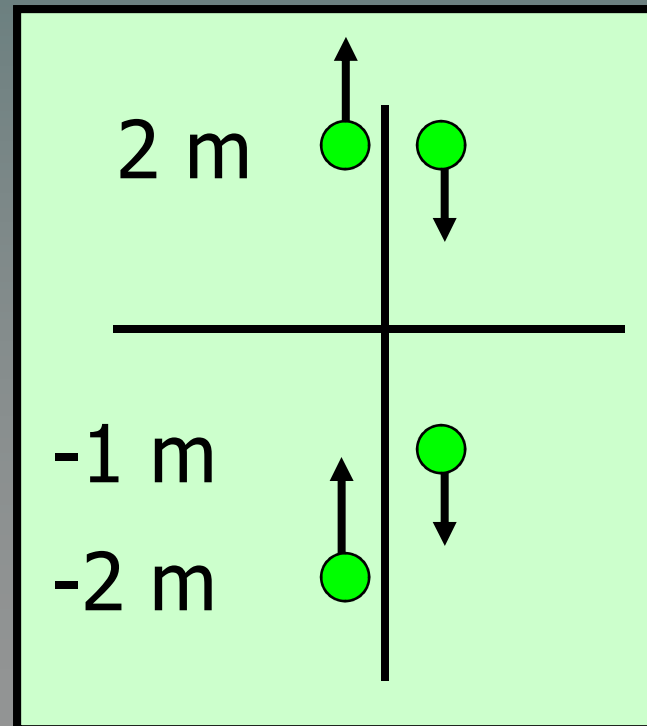


Los signos del desplazamiento

- El desplazamiento es positivo (+) o negativo (-) con base en la **UBICACIÓN**.

Ejemplos:

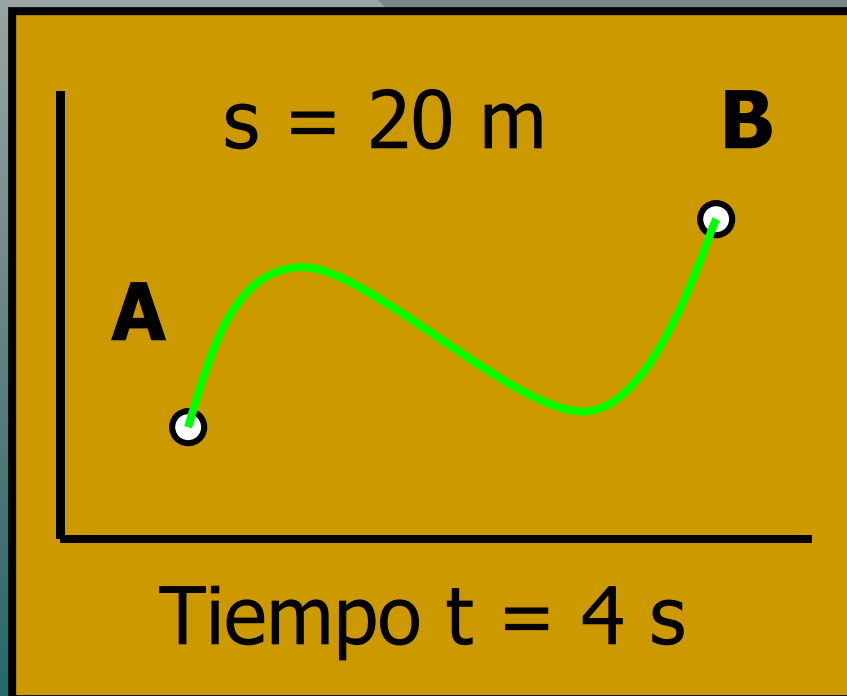
El desplazamiento es la coordenada y . Si el movimiento es arriba o abajo, + o -, se basa en la **UBICACIÓN**.



¡La dirección del movimiento no importa!

Definición de rapidez

- **Rapidez** es la distancia recorrida por unidad de tiempo (una cantidad escalar).



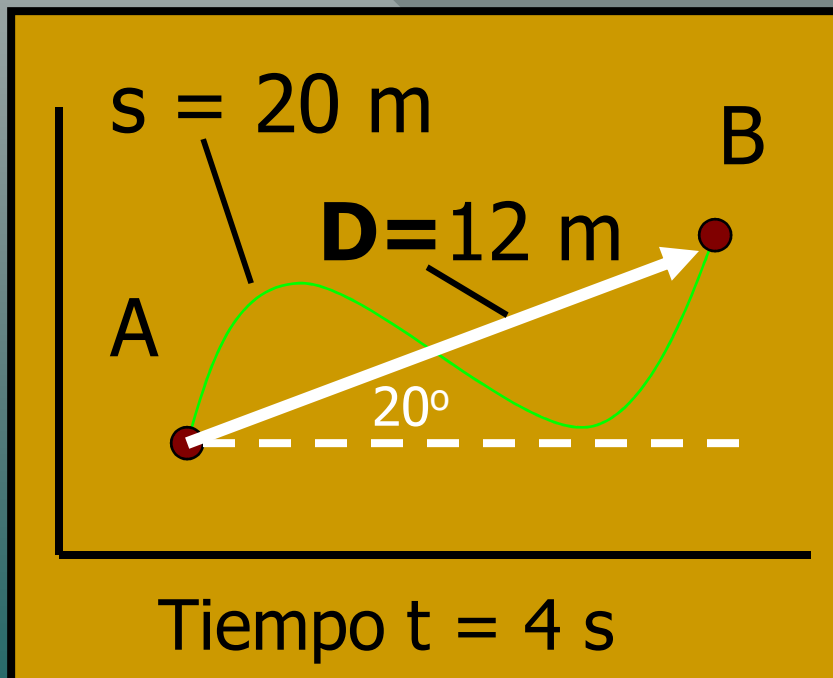
$$v = \frac{s}{t} = \frac{20 \text{ m}}{4 \text{ s}}$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

¡No depende de la dirección!

Definición de velocidad

- **Velocidad** es el desplazamiento por unidad de tiempo. (Una cantidad vectorial.)



$$v = \frac{D}{t} = \frac{12 \text{ m}}{4 \text{ s}}$$

$$v = 3 \text{ m/s}, 20^\circ \text{ N del E}$$

¡Requiere dirección!

Ejemplo 1. Una corredora corre **200 m, este**, luego cambia dirección y corre **300 m, oeste**. Si todo el viaje tarda **60 s**, ¿cuál es la rapidez promedio y cuál la velocidad promedio?

Recuerde que la **rapidez promedio** es una función **sólo** de la **distancia total** y del **tiempo total**:



Distancia total: $s = 200 \text{ m} + 300 \text{ m} = 500 \text{ m}$

$$\text{Rapidez promedio} = \frac{\text{trayectoria total}}{\text{tiempo}} = \frac{500 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

**Rapidez prom.
8.33 m/s**

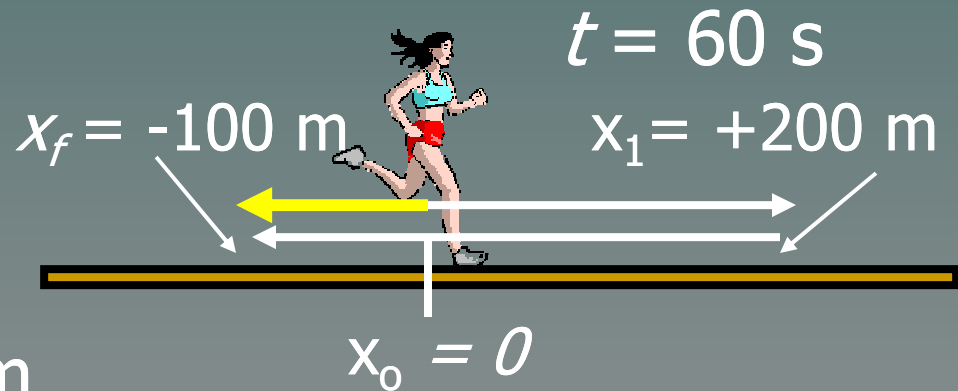
¡No importa la dirección!

Ejemplo 1 (Cont.) Ahora encuentre la velocidad promedio, que es el **desplazamiento neto** dividido por el **tiempo**. En este caso, importa la dirección.

$$\bar{v} = \frac{x_f - x_0}{t}$$

$$x_0 = 0 \text{ m}; \quad x_f = -100 \text{ m}$$

$$\bar{v} = \frac{-100 \text{ m} - 0}{60 \text{ s}} = -1.67 \text{ m/s}$$



La dirección del desplazamiento final es hacia la izquierda, como se muestra.

Velocidad promedio: $\bar{v} = 1.67 \text{ m/s}$, West

Nota: La velocidad promedio se dirige al oeste.

Ejemplo 2. Un paracaidista salta y cae 600 m en 14 s. Después se abre el paracaídas y cae otros 400 m en 150 s. ¿Cuál es la rapidez promedio de toda la caída?

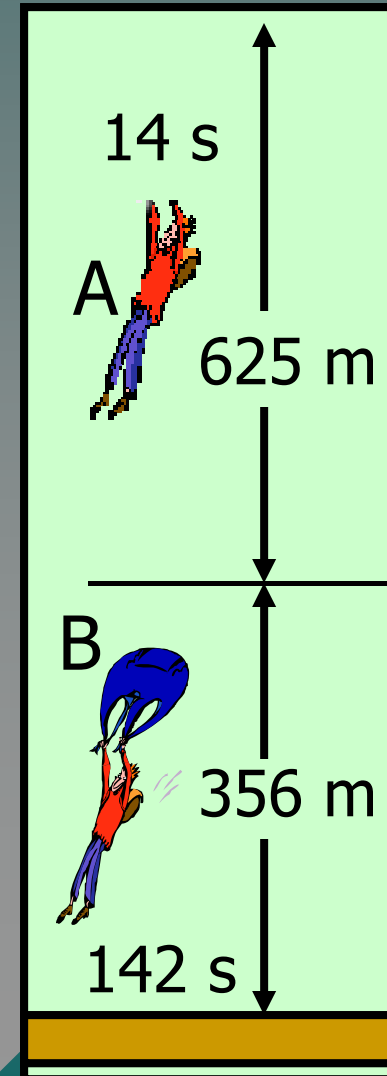
Distancia total/tiempo total:

$$\bar{v} = \frac{x_A + x_B}{t_A + t_B} = \frac{600 \text{ m} + 400 \text{ m}}{14 \text{ s} + 150 \text{ s}}$$

$$\bar{v} = \frac{1000 \text{ m}}{164 \text{ s}}$$

$$\bar{v} = 6.10 \text{ m/s}$$

La rapidez promedio **sólo** es función de la distancia total recorrida y el tiempo total requerido.



Ejemplos de rapidez



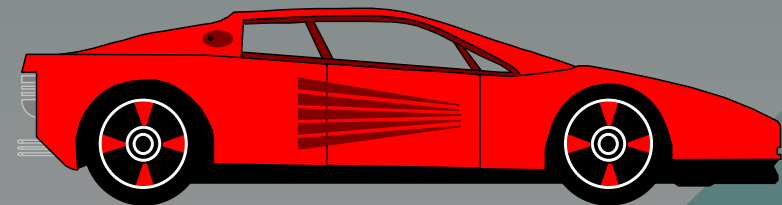
Luz = 3×10^8 m/s



Jets = 300 m/s

Órbita

2×10^4 m/s

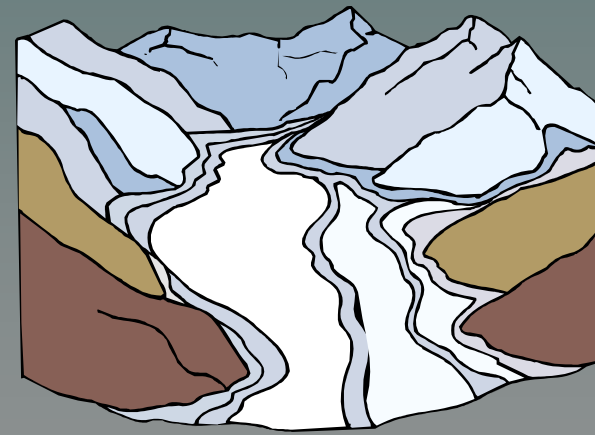


Automóvil = 25 m/s

Ejemplos de rapidez (Cont.)



Corredora = 10 m/s



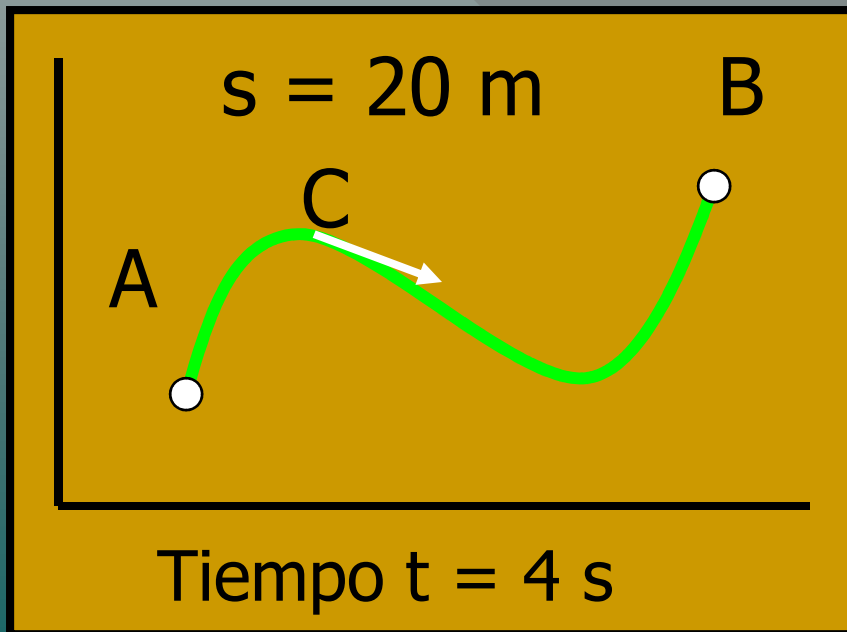
Glaciar = 1×10^{-5} m/s



Caracol = 0.001 m/s

Rapidez promedio y velocidad instantánea

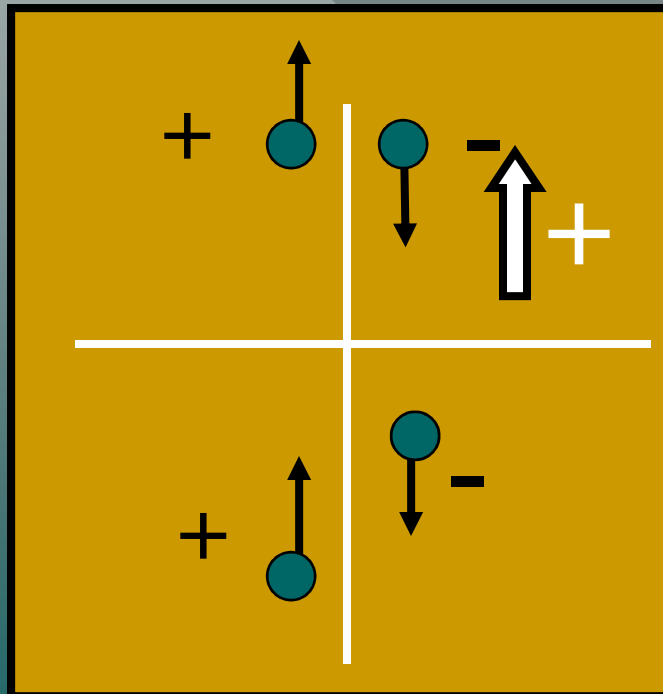
- La **rapidez promedio** depende **SÓLO** de la distancia recorrida y el tiempo requerido.



La velocidad instantánea es la magnitud y la dirección de la rapidez en un instante particular. (v en el punto C)

Los signos de la velocidad

- La velocidad es positiva (+) o negativa (-) con base en la **dirección de movimiento**.



Elija primero la dirección **+**; entonces v es positiva si el movimiento está **en** dicha dirección, y negativa si es **contraria** a esa dirección.

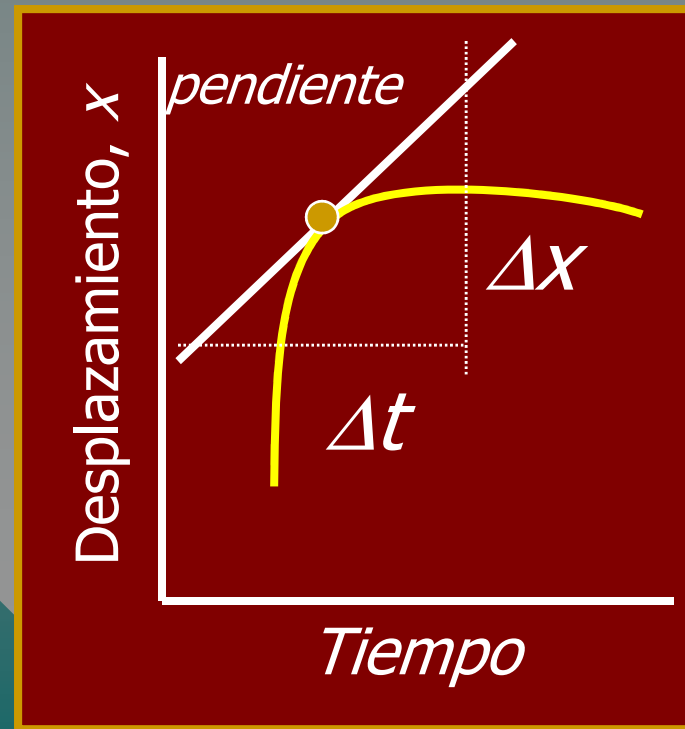
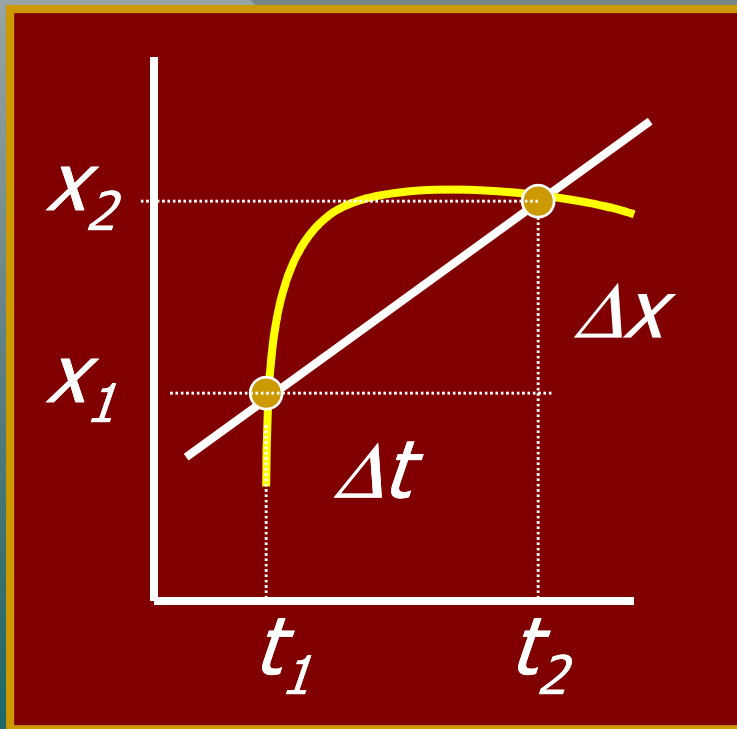
v promedio e instantánea

Velocidad promedio:

$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Velocidad instantánea:

$$v_{inst} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (\Delta t \rightarrow 0)$$



Definición de aceleración

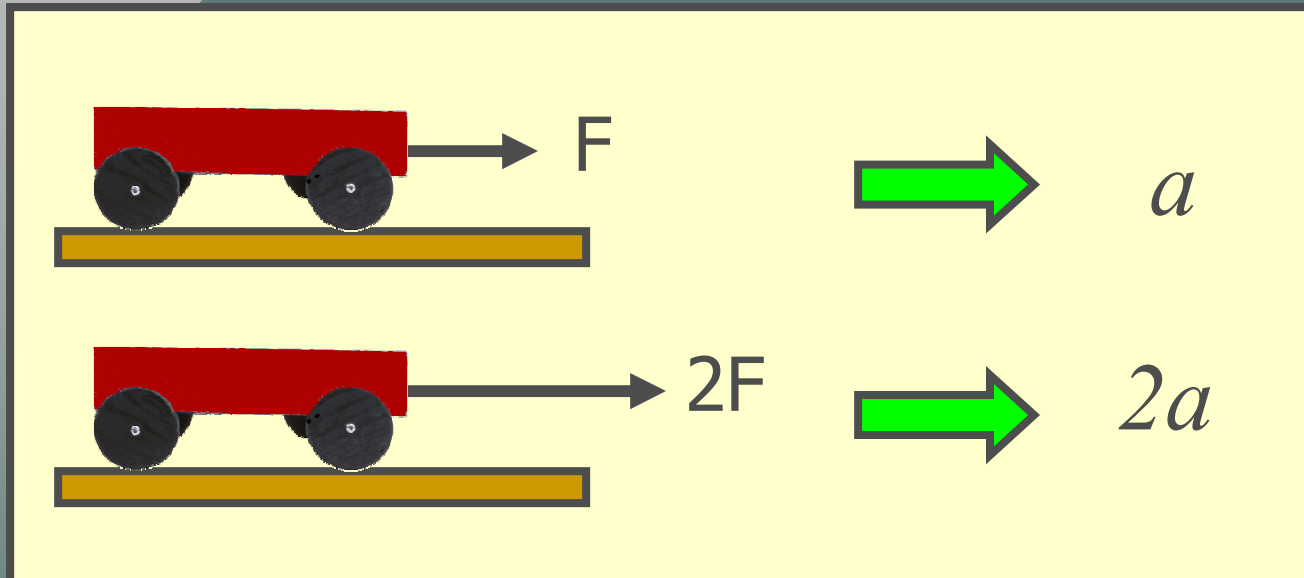
- Una aceleración es el cambio en velocidad por unidad de tiempo. (Una cantidad **vectorial**.)
- Un **cambio en velocidad** requiere la aplicación de un empuje o jalón (**fuerza**).

Más adelante se dará un tratamiento formal de fuerza y aceleración. Por ahora, debe saber que:

- La dirección de la aceleración es la misma que la dirección de la fuerza.

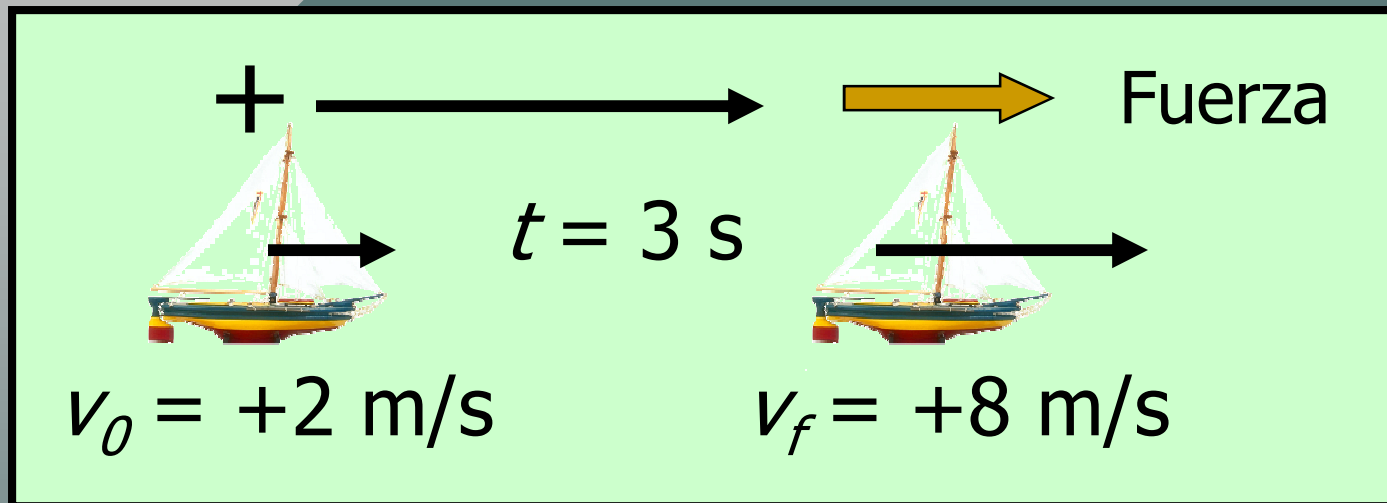
- La aceleración es proporcional a la magnitud de la fuerza.

Aceleración y fuerza



Jalar el carrito con el doble de fuerza produce el doble de aceleración y la aceleración está en la dirección de la fuerza.

Ejemplo de aceleración

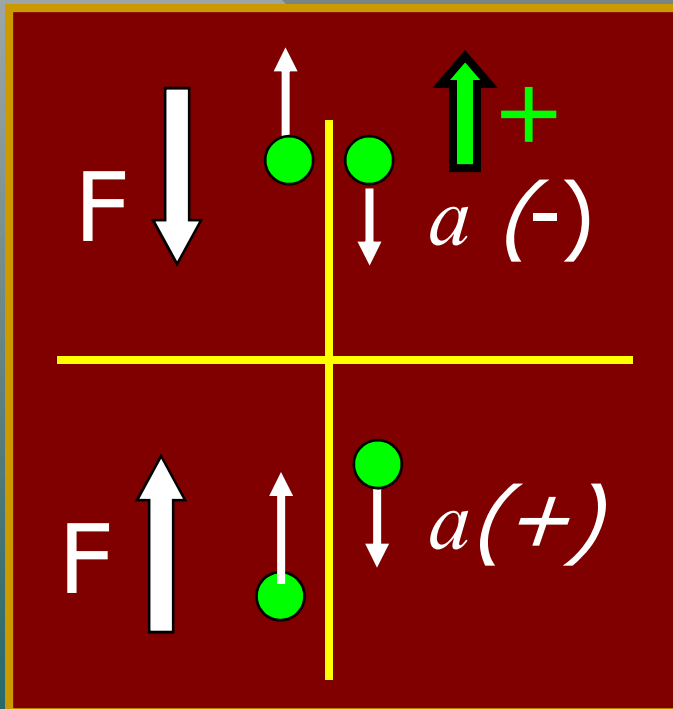


El viento cambia la rapidez de un bote de 2 m/s a 8 m/s en 3 s . Cada segundo cambia la rapidez por 2 m/s .

La fuerza del viento es constante, por tanto la aceleración es constante.

Los signos de la aceleración

- La aceleración es positiva (+) o negativa (-) con base en la **dirección de la fuerza**.

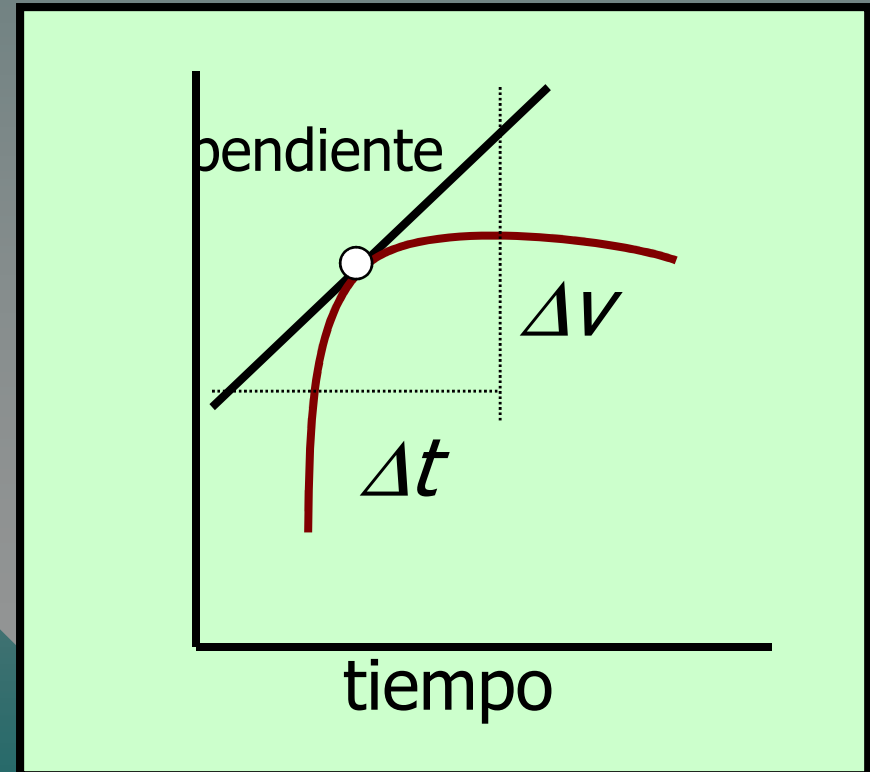
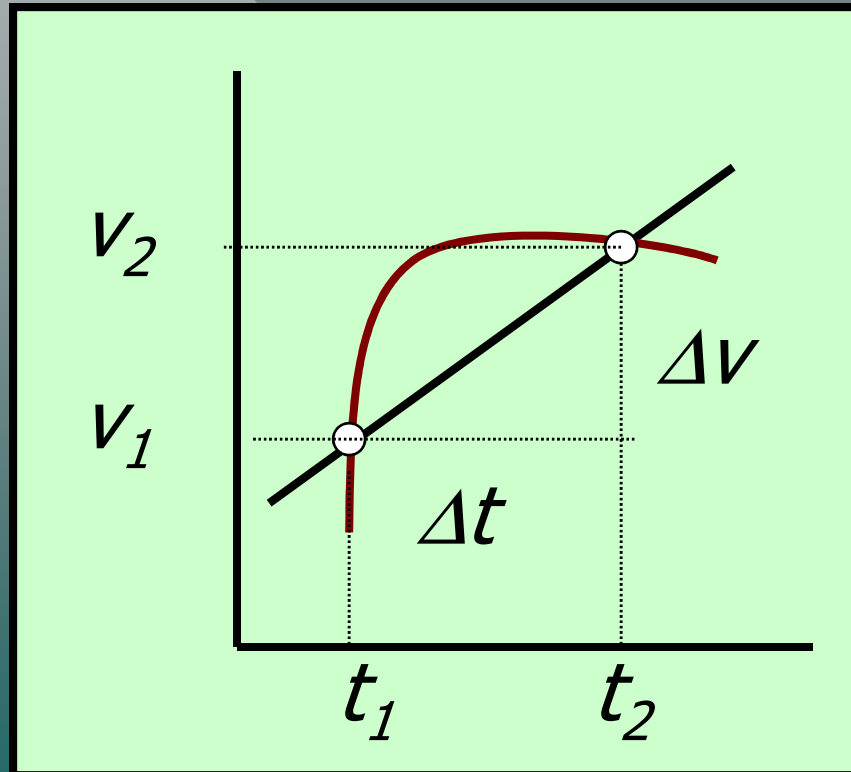


Primero elija la dirección +. Entonces la **aceleración a** tendrá el **mismo signo** que el de la **fuerza F** , sin importar la dirección de la velocidad.

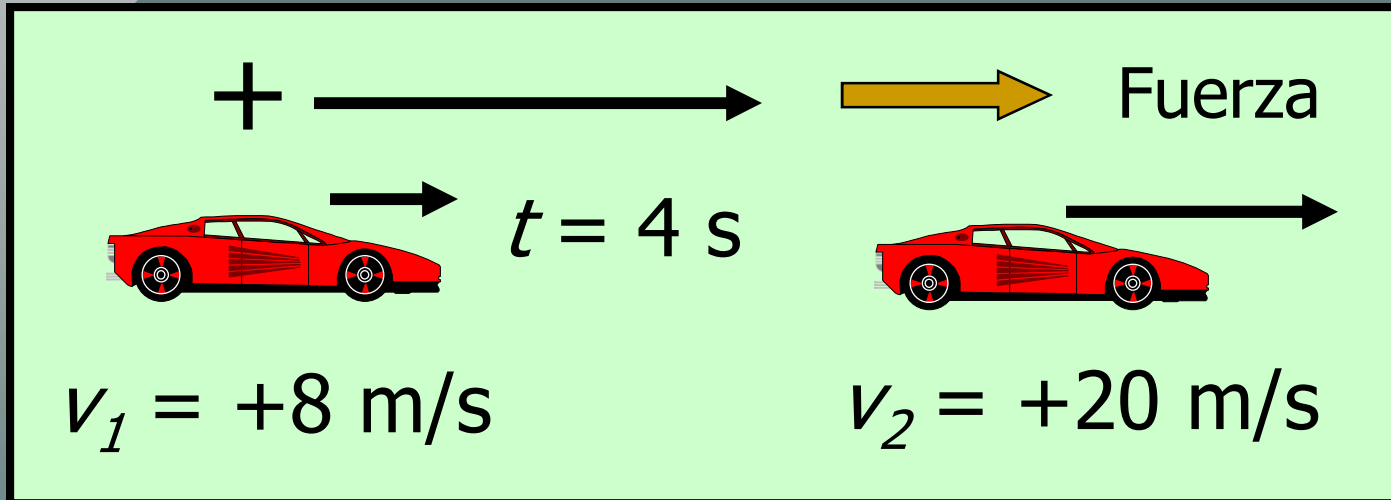
a promedio e instantánea

$$a_{avg} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$a_{inst} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (\Delta t \rightarrow 0)$$



Ejemplo 3 (sin cambio en dirección): Una fuerza constante cambia la rapidez de un auto de 8 m/s a 20 m/s en 4 s . ¿Cuál es la aceleración promedio?



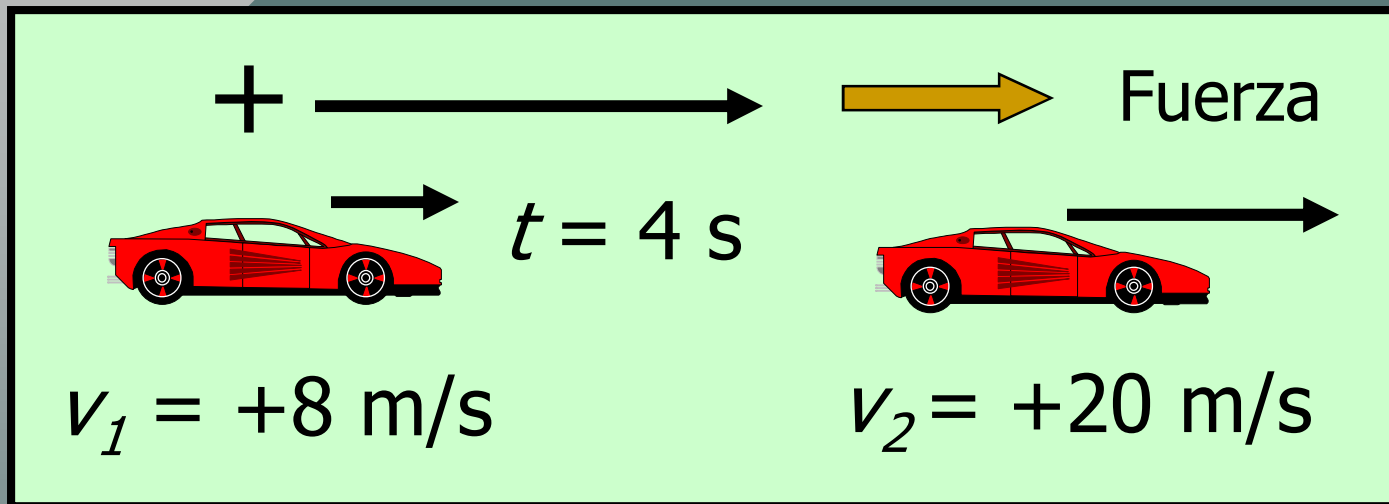
Paso 1. Dibuje un bosquejo burdo.

Paso 2. Elija una dirección positiva (derecha).

Paso 3. Etiquete la información dada con signos + y -.

Paso 4. Indique la dirección de la fuerza F .

Ejemplo 3 (continuación): ¿Cuál es la aceleración promedio del auto?



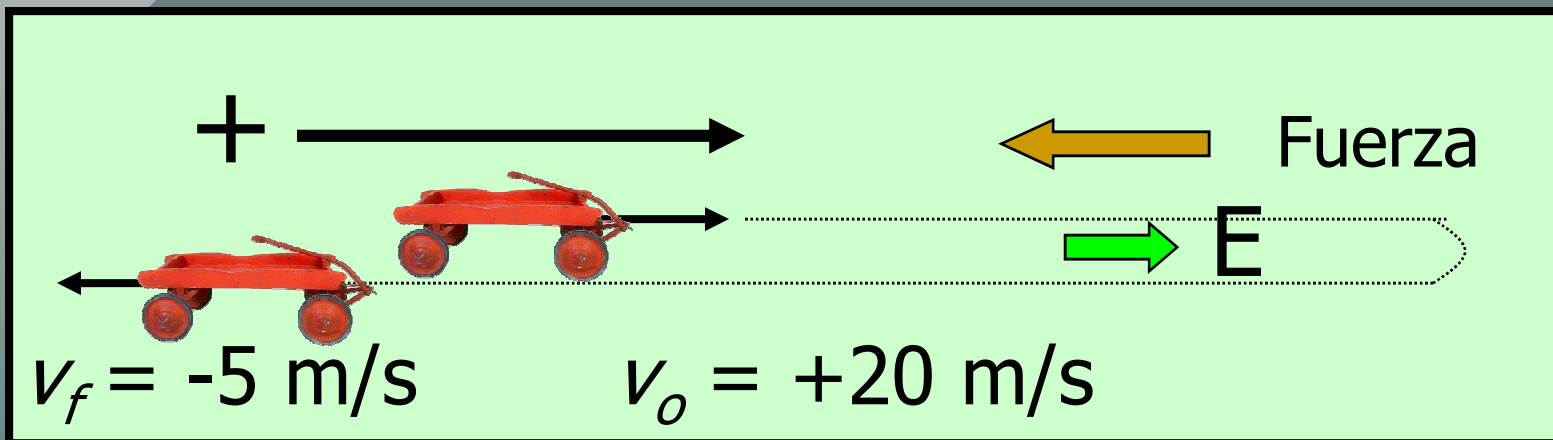
Paso 5. Recuerde la definición de aceleración promedio.

$$a = \frac{20 \text{ m/s} - 8 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} = +3 \text{ m/s}$$

$$a_{avg} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$a = +3 \text{ m/s, a la derecha}$$

Ejemplo 4: Un carrito que se mueve al este a **20 m/s** encuentra un viento de cara muy fuerte, lo que hace que cambie de dirección. Después de **5 s**, viaja al oeste a **5 m/s**. ¿Cuál es la aceleración promedio? (**Asegúrese de los signos.**)



Paso 1. Dibuje un bosquejo burdo.

Paso 2. Elija la dirección al este como positiva.

Paso 3. Etiquete la información dada con los signos + y -.

Ejemplo 4 (Cont.): El carrito que se mueve al este a **20 m/s** encuentra un viento de cara que hace que cambie de dirección. Cinco segundos después, viaja al oeste a **5 m/s**. ¿Cuál es la aceleración promedio?

Elija la dirección al este como positiva.

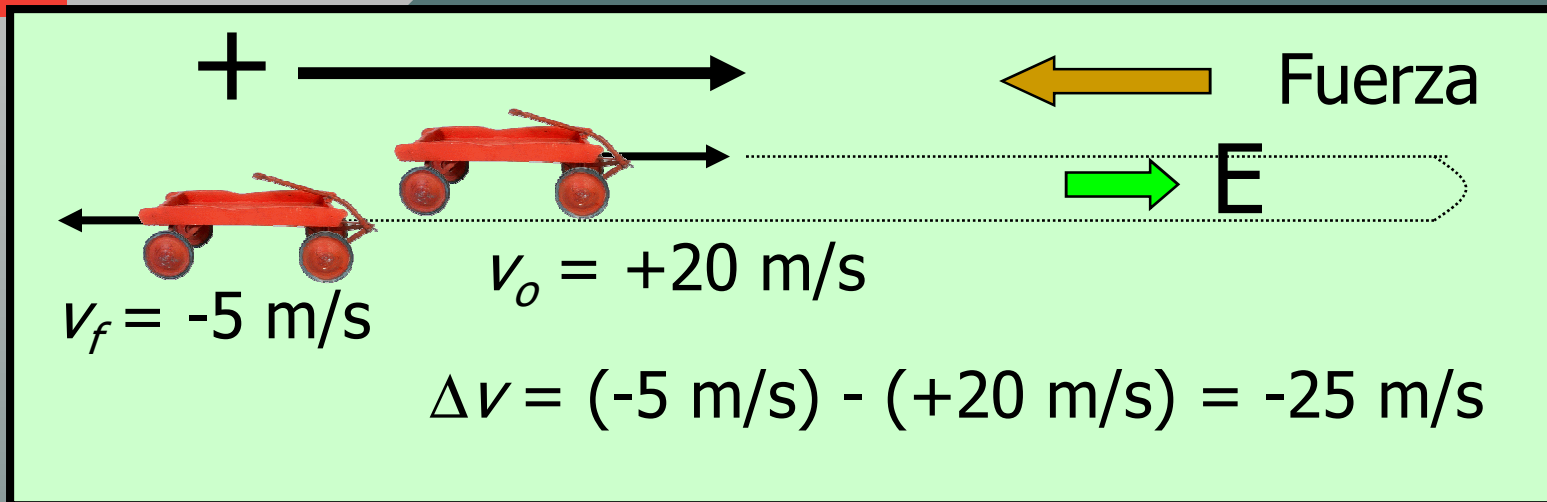
Velocidad inicial, $v_o = +20 \text{ m/s}$, este (+)

Velocidad final, $v_f = -5 \text{ m/s}$, oeste (-)

Cambio en velocidad, $\Delta v = v_f - v_o$

$$\Delta v = (-5 \text{ m/s}) - (+20 \text{ m/s}) = -25 \text{ m/s}$$

Ejemplo 4: (continuación)

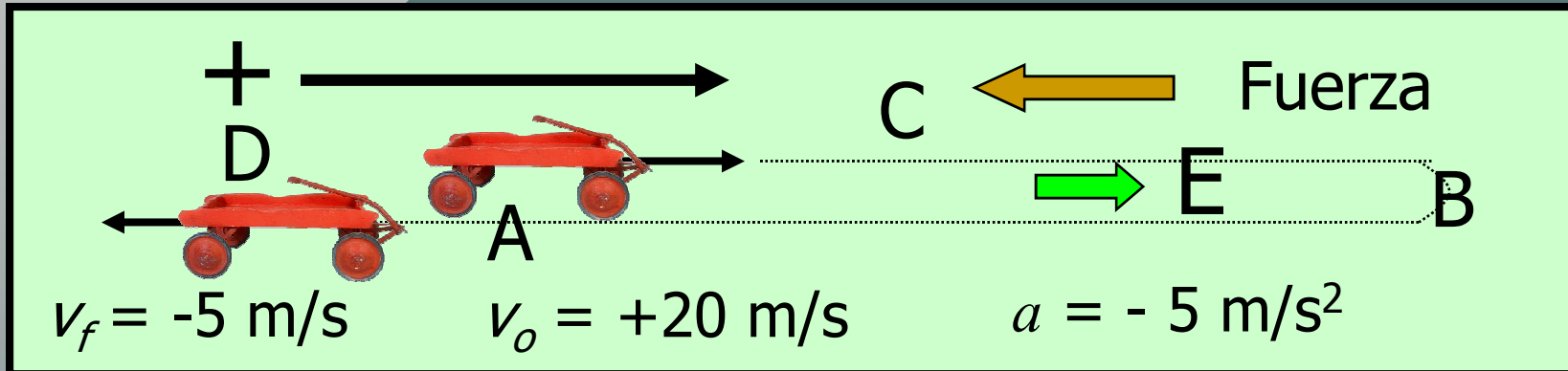


$$a_{\text{prom}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_o} \qquad a = \frac{-25 \text{ m/s}}{5 \text{ s}}$$

$$a = -5 \text{ m/s}^2$$

La aceleración se dirige a la izquierda, oeste (igual que F).

Signos para el desplazamiento



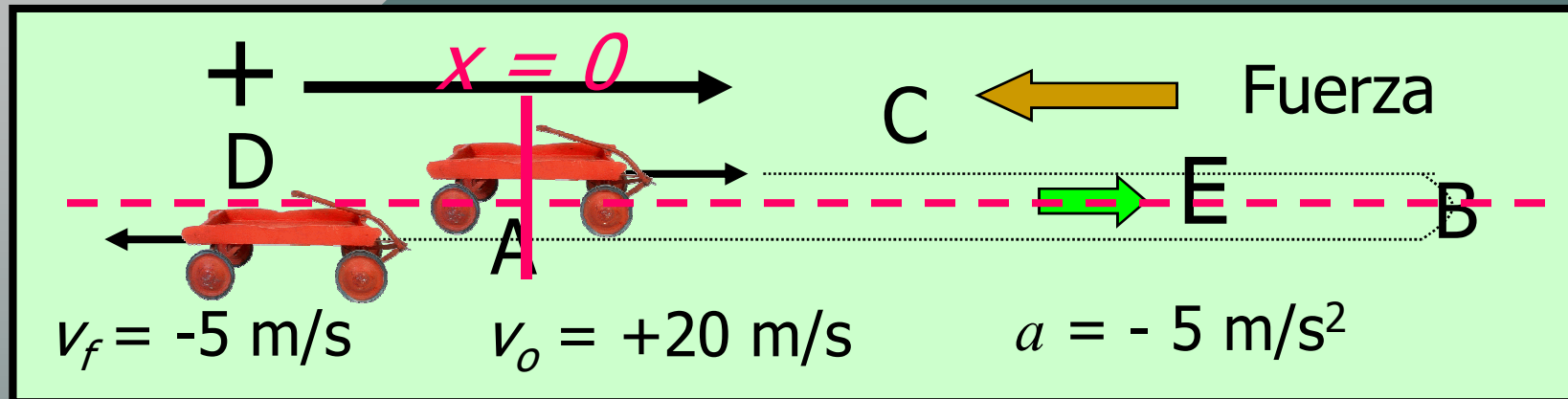
Tiempo $t = 0$ en el punto **A**. ¿Cuáles son los signos (+ o -) del **desplazamiento** en **B**, **C** y **D**?

En **B**, x es **positivo**, derecha del origen

En **C**, x es **positivo**, derecha del origen

En **D**, x es **negativo**, izquierda del origen

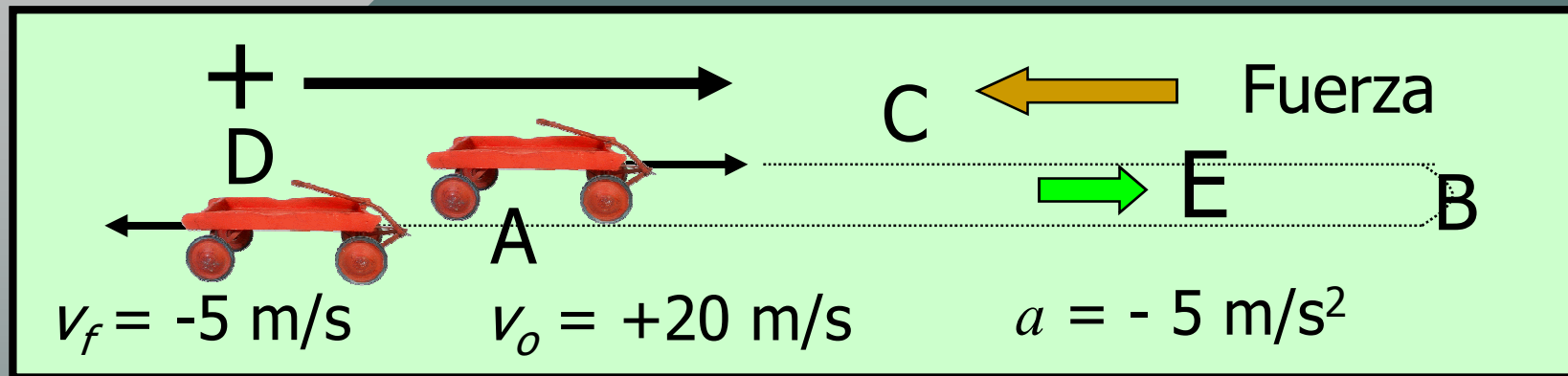
Signos para velocidad



¿Cuáles son los signos (+ o -) de la velocidad en los puntos B, C y D?

- En **B**, v es **cero** - no necesita signo.
- En **C**, v es **positiva** de ida y **negativa** de vuelta.
- En **D**, v es **negativa**, va a la izquierda.

Signos para aceleración



¿Cuáles son los signos (+ o -) de la aceleración en los puntos B, C y D?

- En **B, C y D**, $a = -5 \text{ m/s}^2$, **negativa** en todos los puntos.
- La **fuerza** es constante y siempre se dirige a la izquierda, de modo que la **aceleración** no cambia.

Definiciones

Velocidad promedio:

$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Aceleración promedio:

$$a_{avg} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Velocidad para a constante

Velocidad promedio:

$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_0}{t_f - t_0}$$

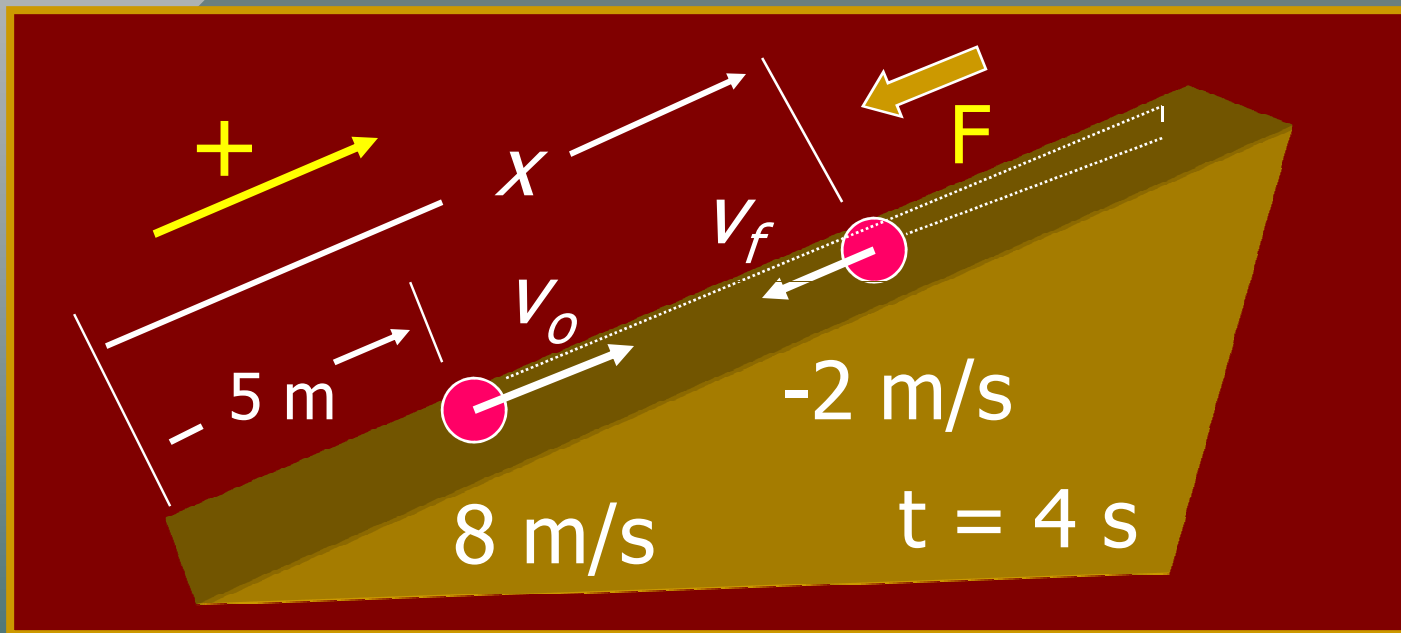
Velocidad promedio:

$$v_{avg} = \frac{v_0 + v_f}{2}$$

Al hacer $t_0 = 0$ y combinar lo que se tiene:

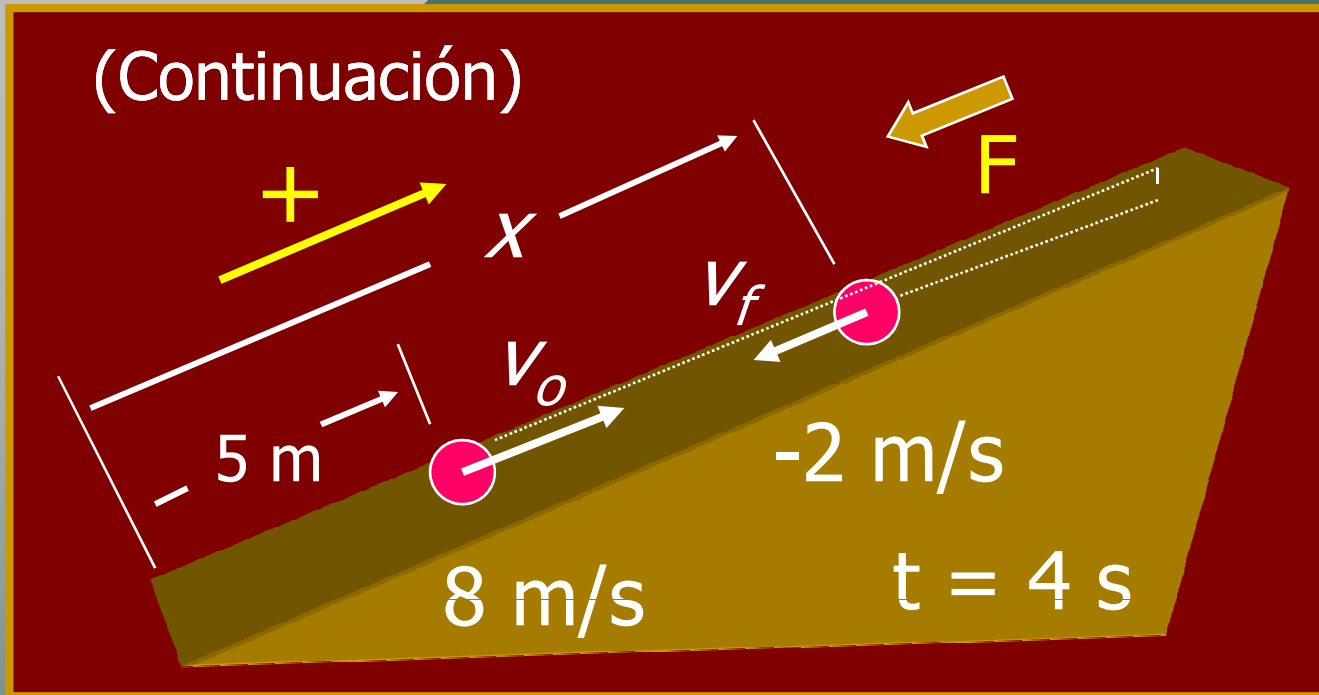
$$x = x_0 + \frac{v_0 + v_f}{2} t$$

Ejemplo 5: Una bola a 5 m del fondo de un plano inclinado viaja inicialmente a 8 m/s. Cuatro segundos después, viaja abajo del plano a 2 m/s. ¿Cuán lejos del fondo está en ese instante?



Cuidado

$$x = x_0 + \frac{v_0 + v_f}{2} t = 5 \text{ m} + \frac{8 \text{ m/s} + (-2 \text{ m/s})}{2} (4 \text{ s})$$



$$x = 5 \text{ m} + \frac{8 \text{ m/s} + (-2 \text{ m/s})}{2} (4 \text{ s})$$

$$x = 5 \text{ m} + \frac{8 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}}{2} (4 \text{ s})$$

$x = 17 \text{ m}$

Aceleración constante

Aceleración:

$$a_{avg} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$$

Al hacer $t_0 = 0$ y resolver para v_f , se tiene:

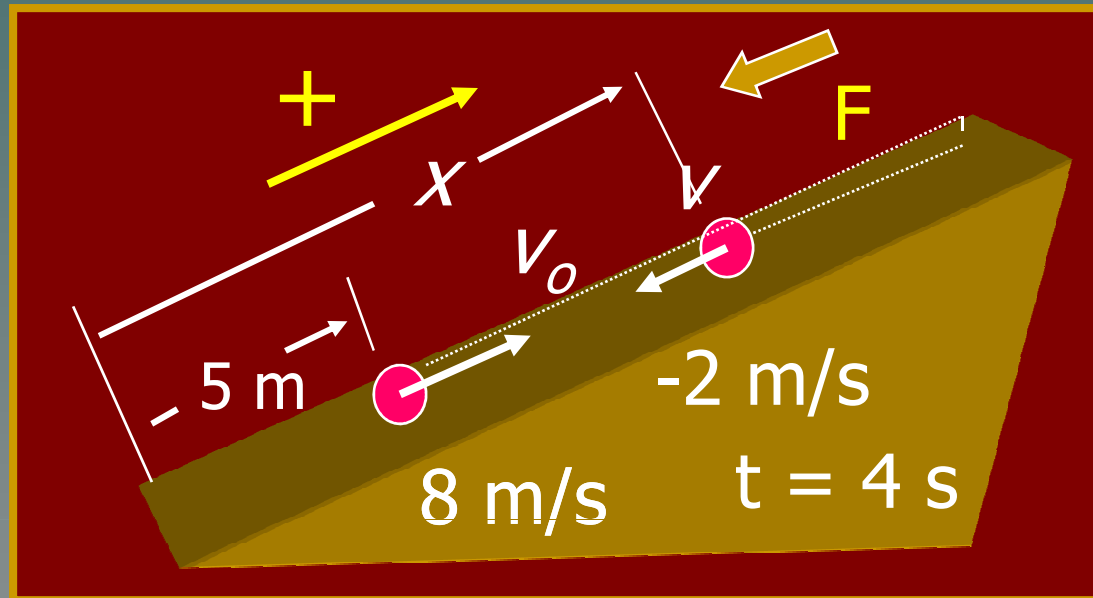
$$v_f = v_0 + at$$

Velocidad final = velocidad inicial + cambio en velocidad

Aceleración en el ejemplo

$$v_f = v_0 + at$$

$$a = \frac{v_f - v_0}{t}$$



$$a = \frac{(-2 \text{ m/s}) - (+8 \text{ m/s})}{4 \text{ s}} = -2 \text{ m/s}^2$$

$$a = -2.50 \text{ m/s}^2$$

¿a fuerza que cambia
¿cuál es el significado
la rapidez es abajo del
del signo negativo de a ?
plano!

Fórmulas basadas en definiciones

$$x = x_0 + \frac{v_0 + v_f}{2} t$$

$$v_f = v_0 + at$$

Fórmulas derivadas:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$x = x_0 + v_f t - \frac{1}{2} at^2$$

$$2a(x - x_0) = v_f^2 - v_0^2$$

Sólo para aceleración constante

Uso de posición inicial x_0 en problemas.

$$x = x_0 + \frac{v_0 + v_f}{2} t$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$x = x_0 + v_f t - \frac{1}{2} at^2$$

$$2a(x - x_0) = v_f^2 - v_0^2$$

$$v_f = v_0 + at$$

Si elige el origen de sus ejes x, y en el punto de la posición inicial, puede hacer $x_0 = 0$ y simplificar estas ecuaciones.

El término x_0 es muy útil para estudiar problemas que involucren movimiento de dos cuerpos.

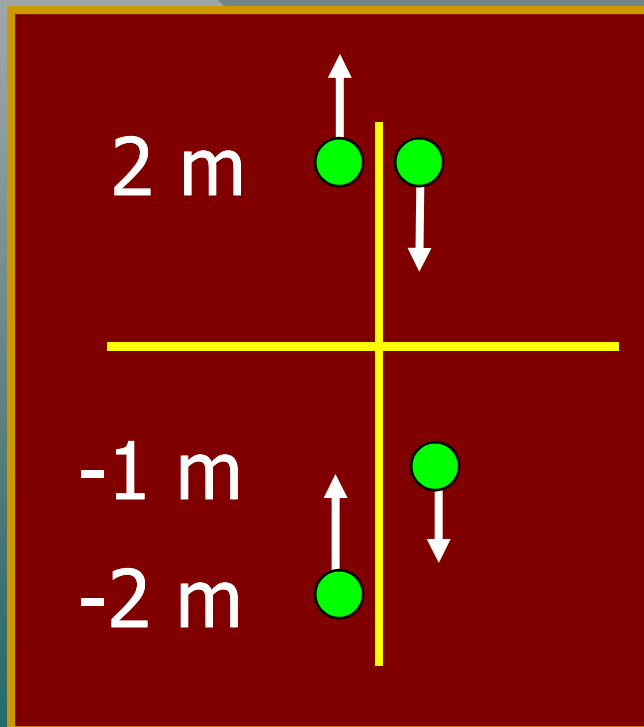
Repaso de símbolos y unidades

- Desplazamiento (x, x_0); *metros* (**m**)
- Velocidad (v, v_0); *metros por segundo* (**m/s**)
- Aceleración (a); *metros por s²* (**m/s²**)
- Tiempo (t); *segundos* (**s**)

Repase la convención de signos para cada símbolo

Los signos del desplazamiento

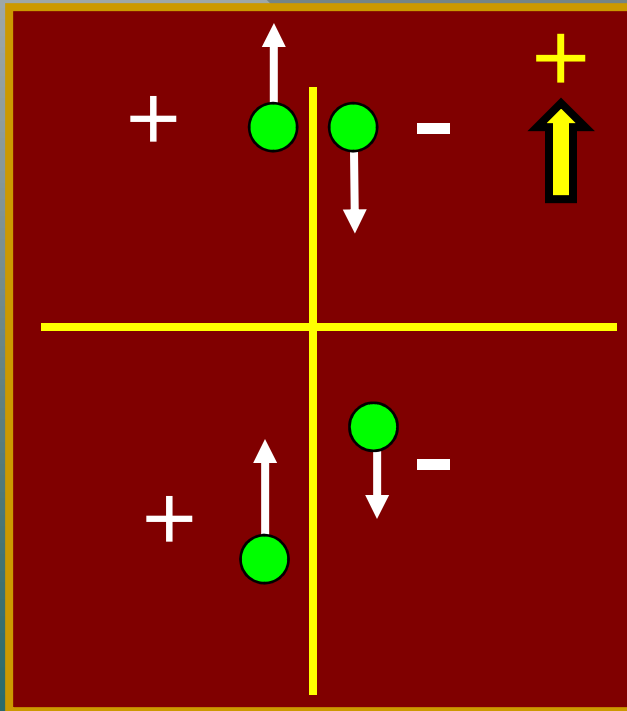
- El desplazamiento es positivo (+) o negativo (-) con base en la **UBICACIÓN**.



El desplazamiento es la coordenada y . Si el movimiento es arriba o abajo, + o -, se basa en la **UBICACIÓN**.

Los signos de la velocidad

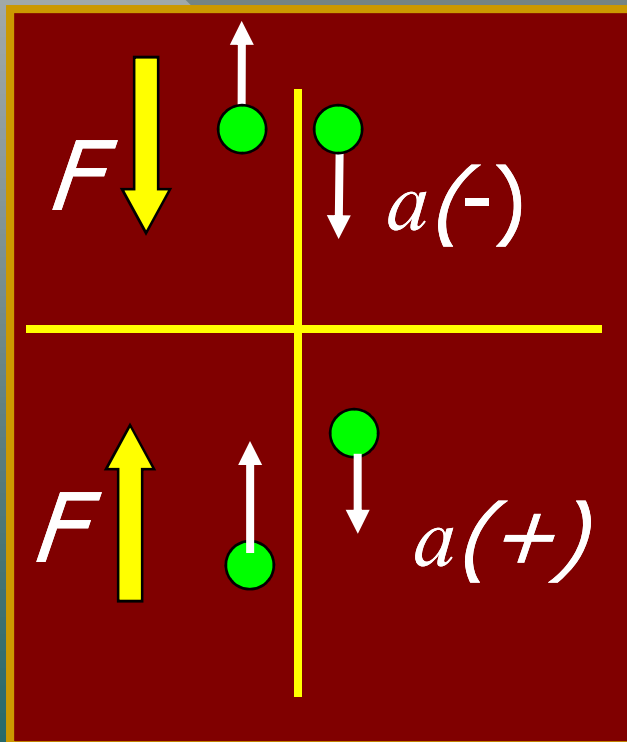
- La velocidad es positiva (+) o negativa (-) con base en la **dirección de movimiento**.



Elija primero la dirección **+**; entonces la velocidad v es positiva si el movimiento está **en** la dirección **+**, y negativa si está **contraria** a esa dirección.

Aceleración producida por una fuerza

- La aceleración es (+) o (-) con base en la dirección de la fuerza (NO con base en v).



Se necesita un empujón o jalón (**fuerza**) para cambiar la velocidad, por tanto *el signo de a es igual al signo de F .* _____

Después se hablará más de la relación entre F y a .

Estrategia para resolución de problemas

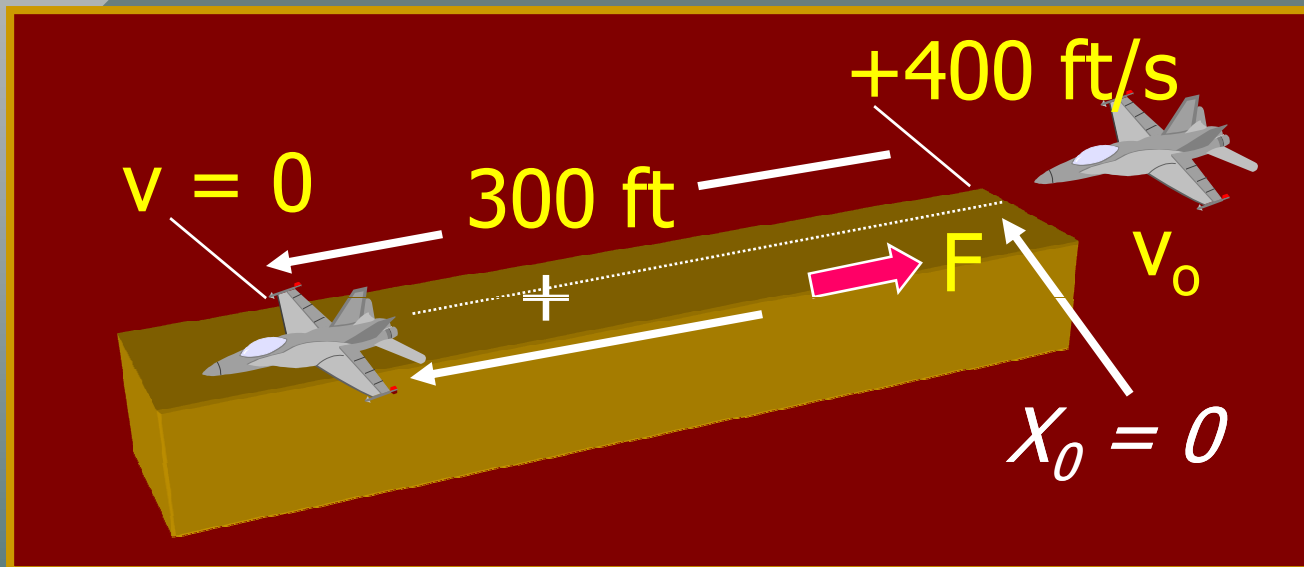
- Dibuje y etiquete bosquejo del problema.
- Indique la dirección **+** y la dirección de la **fuerza**.
- Mencione la información dada y establezca lo que se tiene que encontrar.

Dada: _____, _____, _____ (x, v, v_0, a, t)

Encontrar: _____, _____

- Seleccione la ecuación que contenga una y no las otras cantidades desconocidas y resuelva para la incógnita.

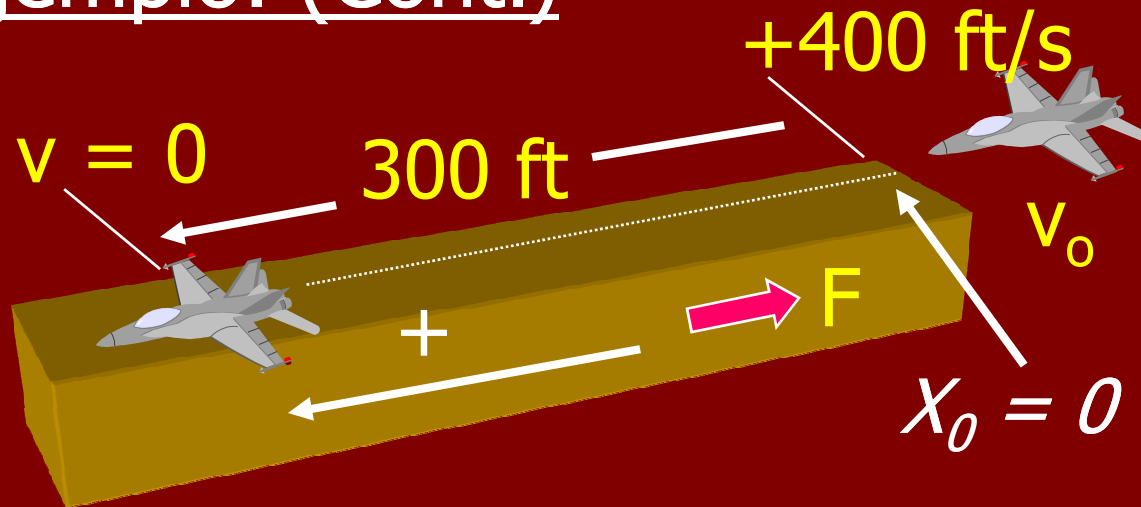
Ejemplo 6: Un avión que inicialmente vuela a 400 ft/s aterriza en la cubierta de un portaaviones y se detiene en una distancia de 300 ft . ¿Cuál es la aceleración?



Paso 1. Dibuje y etiquete un bosquejo.

Paso 2. Indique la dirección $+$ y la dirección de F .

Ejemplo: (Cont.)



Paso 3. Mencione lo conocido; encuentre información con signos.

Mencione $t = \text{¿?}$, aun cuando no se pida el tiempo.

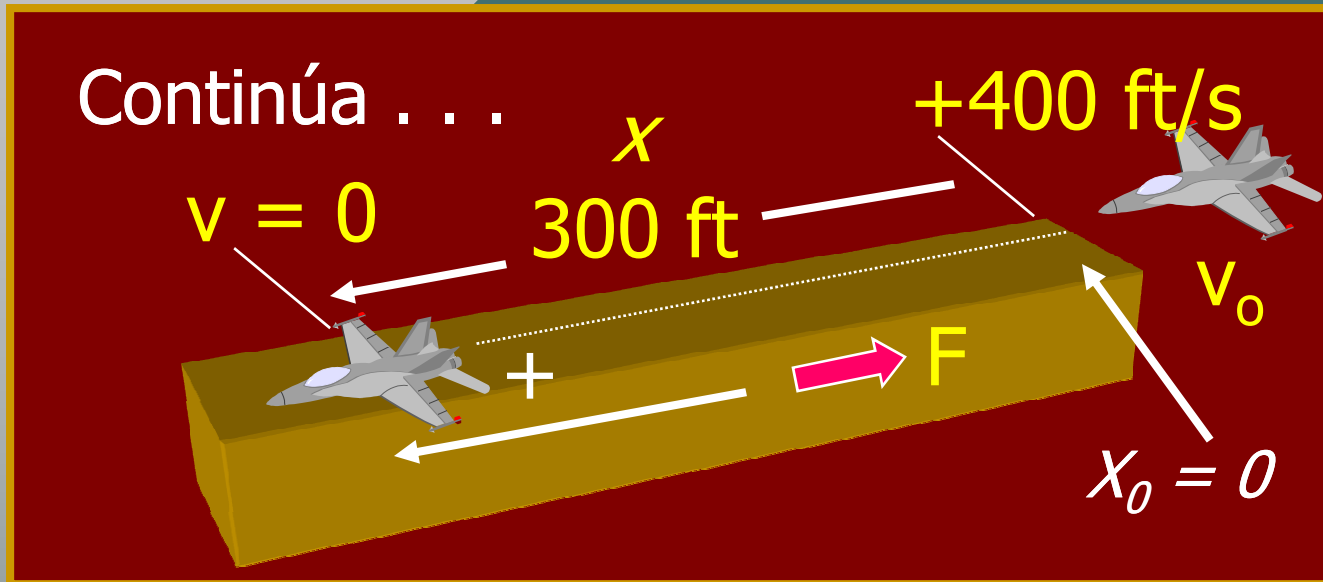
Dado: $v_0 = +400 \text{ ft/s}$

$$v = 0$$

$$x = +300 \text{ ft}$$

Encontrar: $a = \text{¿?}$;

$$t = \text{¿?}$$



Paso 4. Seleccione la ecuación que contiene a y no t .

$$a = \frac{-v_o^2}{2x} = \frac{-(400 \text{ ft/s})^2}{2(300 \text{ ft})}$$

$$2a(x - x_o) = v^2 - v_o^2$$

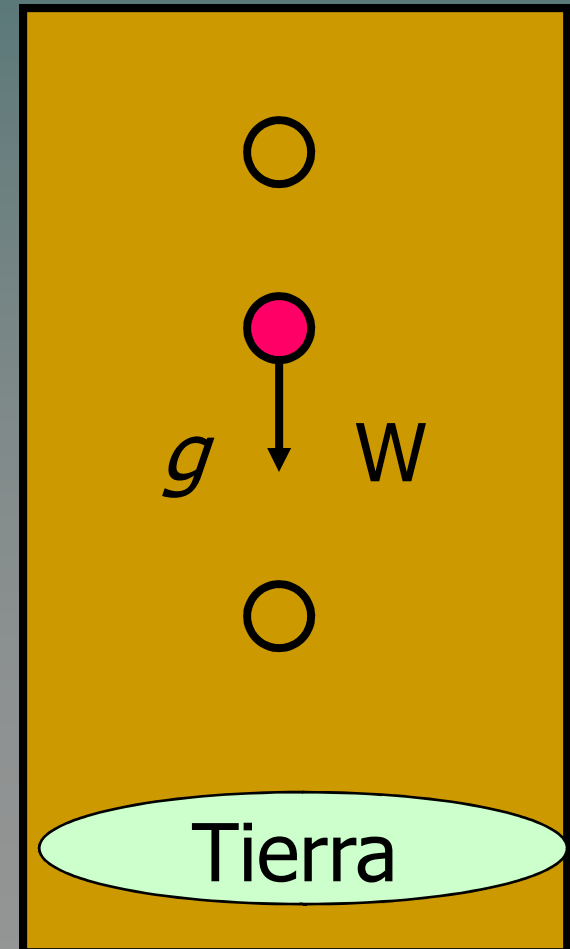
La posición inicial y la velocidad final son cero.

$a = -267 \text{ ft/s}^2$

¡Porque la fuerza es una aceleración negativa!

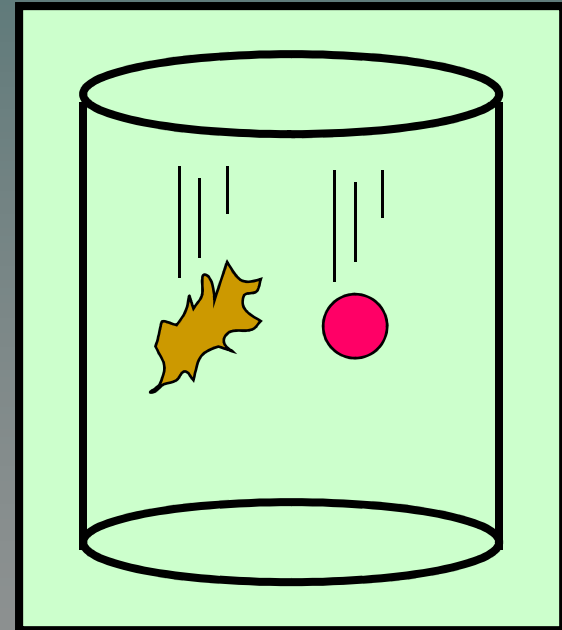
Aceleración debida a la gravedad

- Todo objeto sobre la Tierra experimenta una fuerza común: la fuerza debida a la gravedad.
- Esta fuerza siempre se dirige hacia el centro de la Tierra (hacia abajo).
- La aceleración debida a la gravedad es relativamente constante cerca de la superficie terrestre.



Aceleración gravitacional

- En un vacío, todos los objetos caen con la misma aceleración.
- Las ecuaciones para aceleración constante se aplican como es usual.
- Cerca de la superficie de la Tierra:



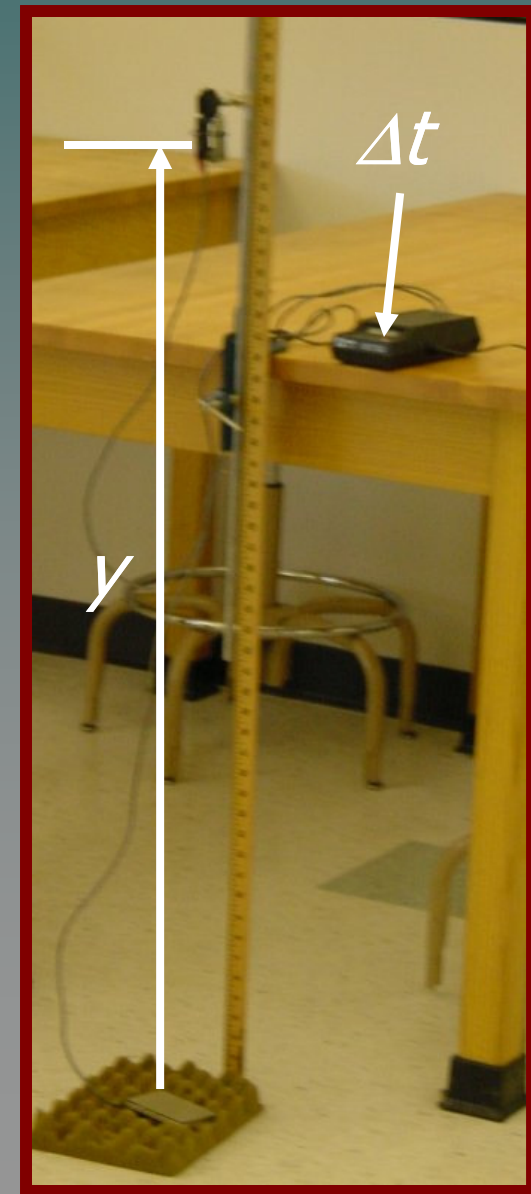
$$a = g = 9.80 \text{ m/s}^2 \text{ o } 32 \text{ ft/s}^2$$

Dirigida hacia abajo (por lo general negativa).

Determinación experimental de la aceleración gravitacional.

El aparato consiste de un dispositivo que mide el tiempo que una bola requiere para caer una distancia dada.

Suponga que la altura es 1.20 m y que el tiempo de caída registrado es 0.650 s. ¿Cuál es la aceleración debida a la gravedad?



Determinación experimental de la gravedad ($y_0 = 0$; $y = -1.20$ m)

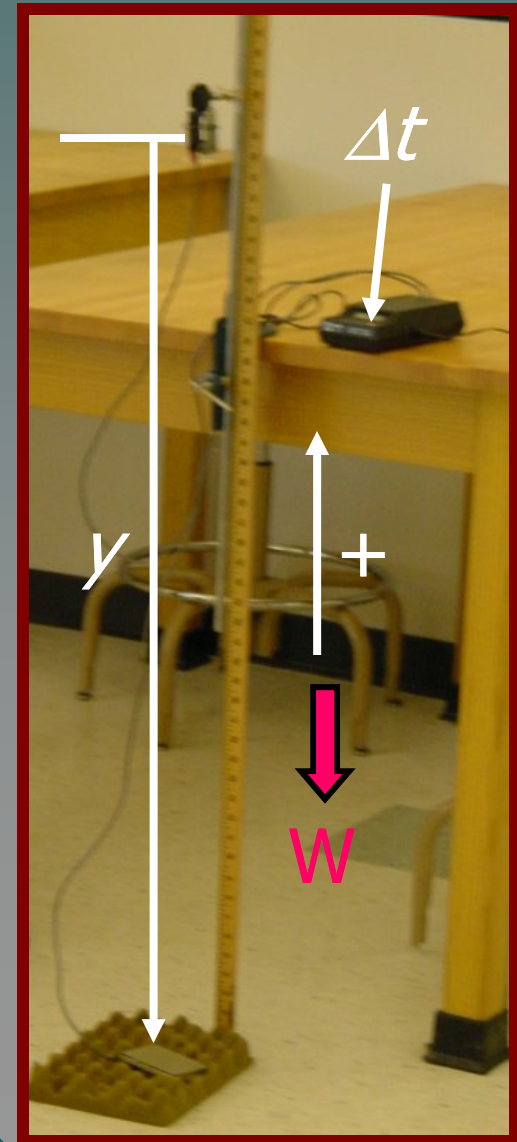
$$y = -1.20 \text{ m}; \quad t = 0.495 \text{ s}$$

$$y = \cancel{v_0 t} + \frac{1}{2} a t^2; \quad v_0 = 0$$

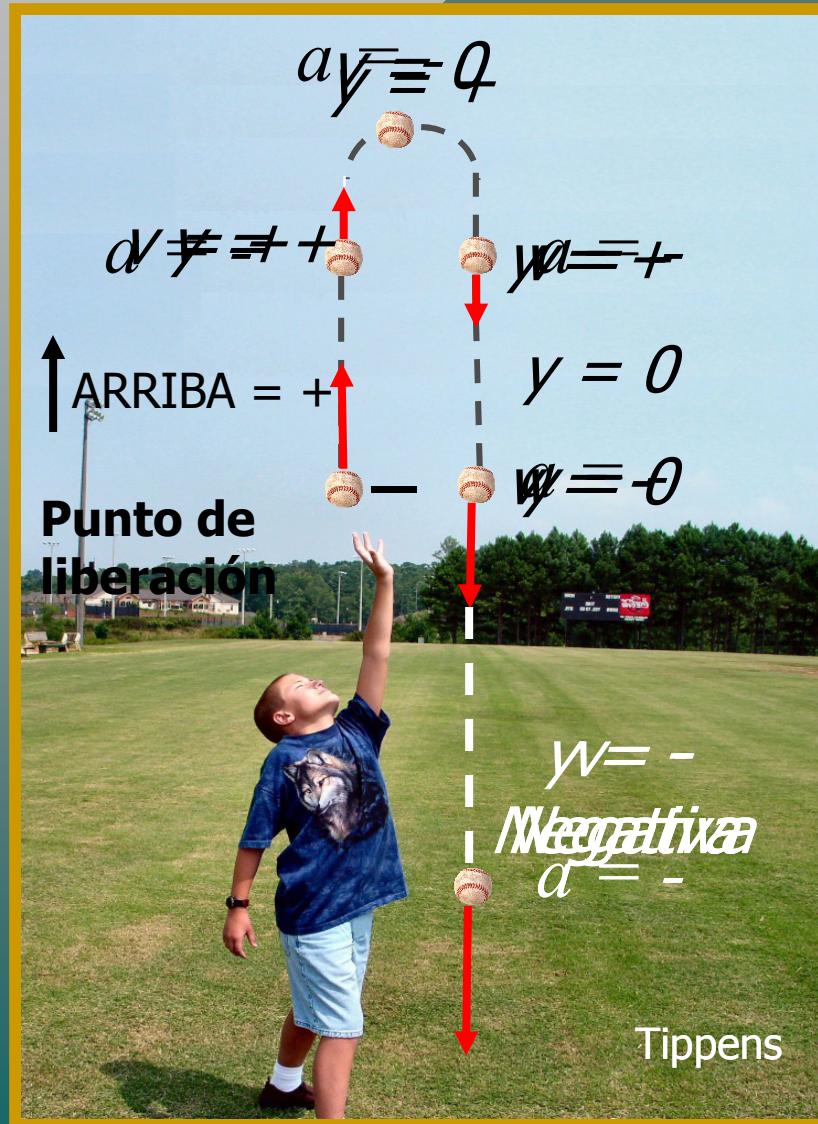
$$a = \frac{2y}{t^2} = \frac{2(-1.20 \text{ m})}{(0.495 \text{ s})^2}$$

Aceleración de la gravedad: $a = -9.79 \text{ m/s}^2$

La aceleración a es **negativa** porque la fuerza W es **negativa**.



Convención de signos: Bola que se lanza verticalmente hacia arriba



- El desplazamiento es positivo (+) o negativo (-) con base en la **UBICACIÓN**.

- La velocidad es positiva (+) o negativa (-) con base en la **dirección de movimiento**.

- La aceleración es (+) o (-) con base en la **dirección de la fuerza** (peso).

Misma estrategia de resolución de problemas, excepto $a = g$:

- Dibuje y etiquete bosquejo del problema.
- Indique la dirección **+** y la dirección de la **fuerza**.
- Mencione la información dada y establezca la que se tiene que encontrar.

Dado: _____, _____, $a = -9.8 \text{ m/s}^2$

Encontrar: _____, _____

- Seleccione la ecuación que contenga una y no las otras cantidades desconocidas, y resuelva para la incógnita.

Ejemplo 7: Una bola se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de **30 m/s**. ¿Cuáles son su posición y velocidad después de **2 s**, **4 s** y **7 s**?

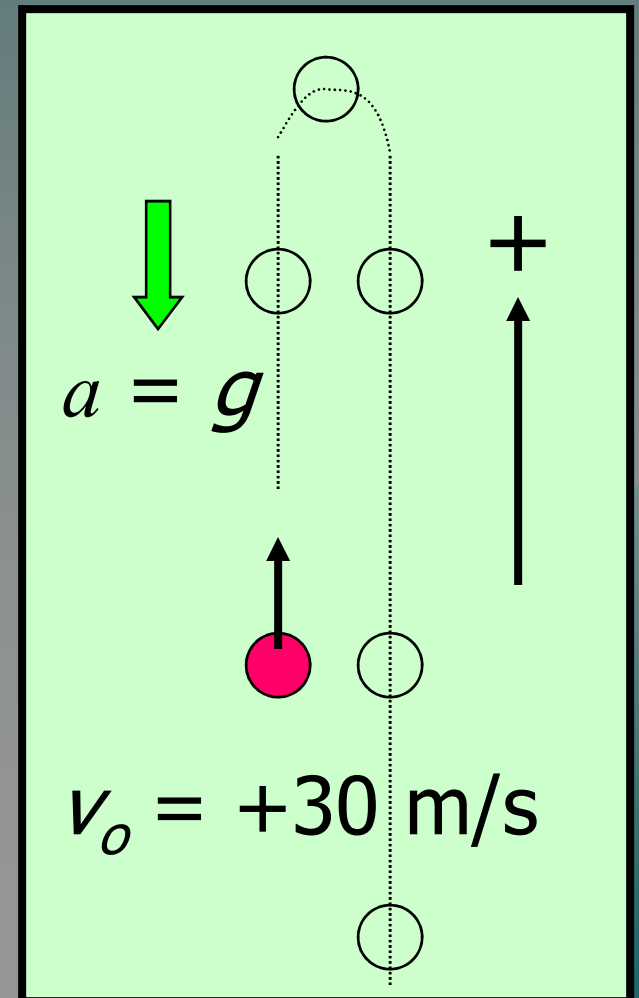
Paso 1. Dibuje y etiquete un bosquejo.

Paso 2. Indique la dirección + y la dirección de la fuerza.

Paso 3. Información dada/encontrar.

$$a = -9.8 \text{ m/s}^2 \quad t = 2, 4, 7 \text{ s}$$

$$v_o = +30 \text{ m/s} \quad y = \text{¿?} \quad v = \text{¿?}$$



Encontrar desplazamiento:

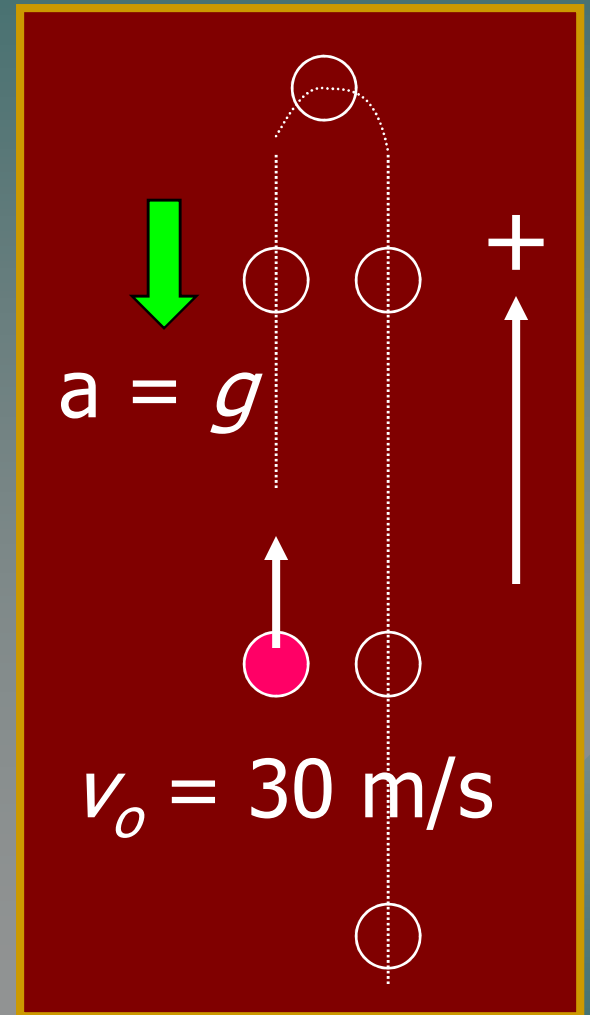
Paso 4. Seleccione ecuación que contenga y y no v .

$$y = \cancel{y_0} + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$y = (30 \text{ m/s})t + \frac{1}{2}(-9.8 \text{ m/s}^2)t^2$$

La sustitución de $t = 2, 4$ y 7 s dará los siguientes valores:

$$y = 40.4 \text{ m}; y = 41.6 \text{ m}; y = -30.1 \text{ m}$$



Encontrar velocidad:

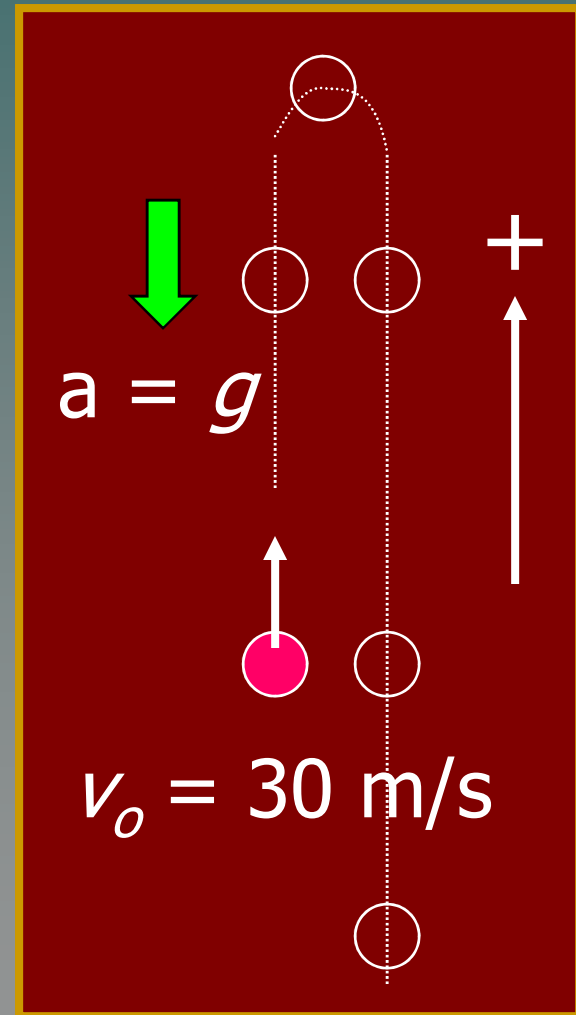
Paso 5. Encuentre v a partir de la ecuación que contenga v y no x :

$$v_f = v_0 + at$$

$$v_f = 30 \text{ m/s} + (-9.8 \text{ m/s}^2)t$$

Sustituya $t = 2, 4$ y 7 s:

$$v = +10.4 \text{ m/s}; v = -9.20 \text{ m/s}; v = -38.6 \text{ m/s}$$



Ejemplo 7: (Cont.) Ahora encuentre la **altura máxima** alcanzada:

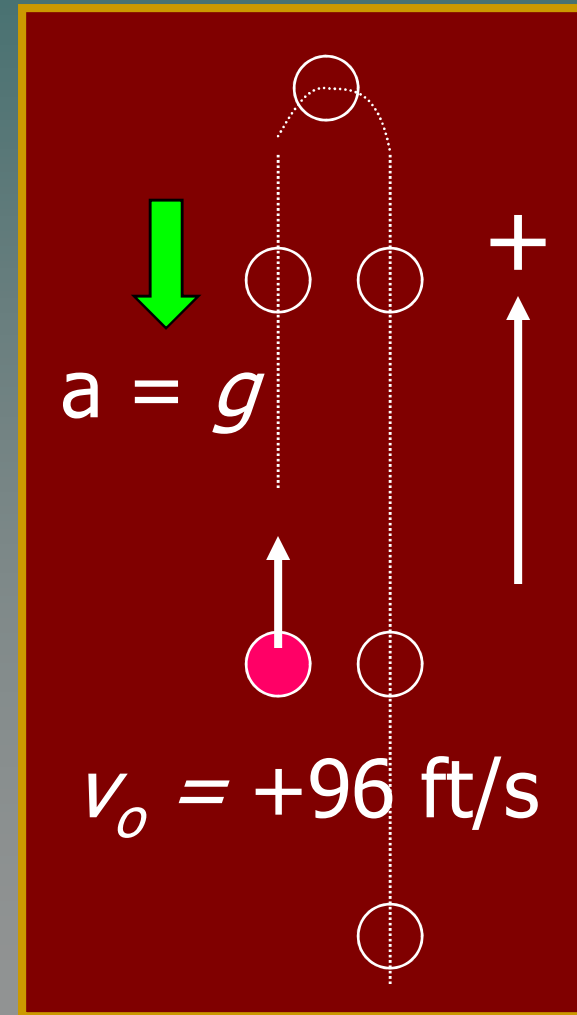
El desplazamiento es máximo cuando la velocidad v_f es cero.

$$v_f = 30 \text{ m/s} + (-9.8 \text{ m/s}^2)t = 0$$

$$t = \frac{30 \text{ m/s}}{9.8 \text{ m/s}^2}; \quad t = 3.06 \text{ s}$$

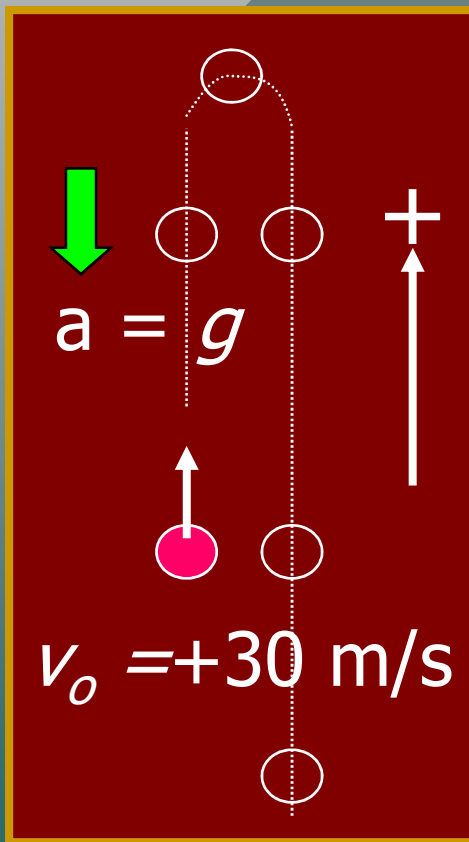
Para encontrar y_{\max} sustituya **$t = 3.06 \text{ s}$** en la ecuación general del desplazamiento.

$$y = (30 \text{ m/s})t + \frac{1}{2}(-9.8 \text{ m/s}^2)t^2$$



Ejemplo 7: (Cont.) Encuentre la **altura máxima:**

$$y = (30 \text{ m/s})t + \frac{1}{2}(-9.8 \text{ m/s}^2)t^2 \quad t = 3.06 \text{ s}$$



Al omitir unidades se obtiene:

$$y = (30)(3.06) + \frac{1}{2}(-9.8)(3.06)^2$$

$$y = 91.8 \text{ m} - 45.9 \text{ m}$$

$$y_{\text{max}} = 45.9 \text{ m}$$

Resumen de fórmulas

$$x = x_0 + \frac{v_0 + v_f}{2} t$$

$$v_f = v_0 + at$$

Fórmulas derivadas:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$x = x_0 + v_f t - \frac{1}{2} at^2$$

$$2a(x - x_0) = v_f^2 - v_0^2$$

Sólo para aceleración constante

Resumen: Procedimiento

- Dibuje y etiquete bosquejo del problema.
- Indique la dirección **+** y la dirección de la **fuerza**.
- Mencione la información dada y establezca la que debe encontrar.

Dada: _____/ _____/ _____

Encontrar: _____/ _____

- Seleccione la ecuación que contenga una y no la otra de las cantidades desconocidas, y resuelva para la incógnita.

CONCLUSIÓN DEL Capítulo 6 Aceleración

