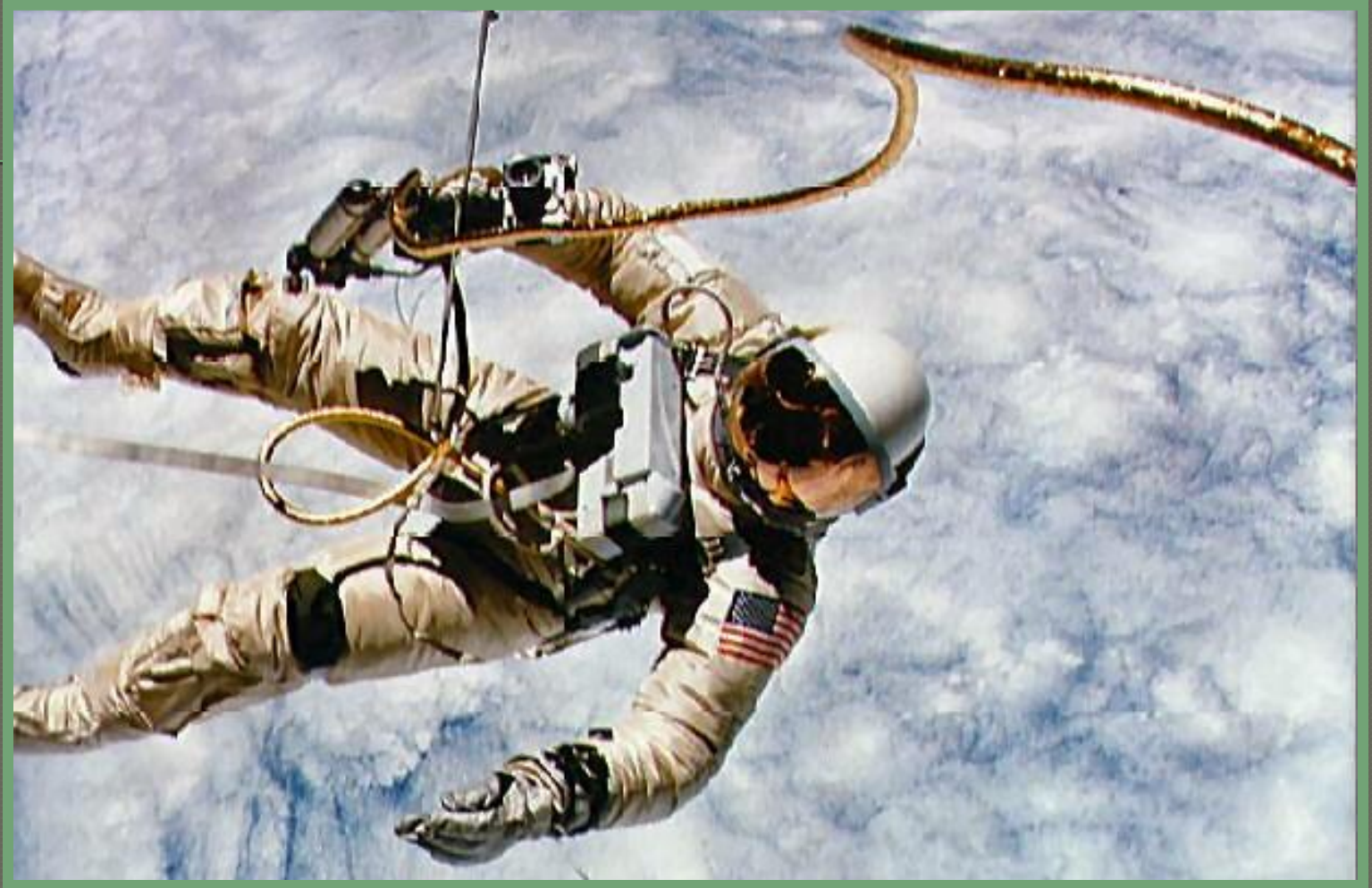




# Impulso y cantidad de movimiento

JRW-ESPOL

2012

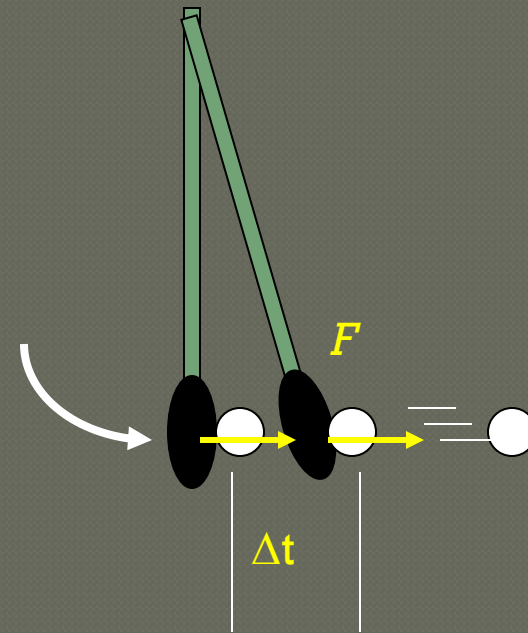


**El astronauta Edward H. White II** flota en el espacio con gravedad cero. Al disparar la pistola de gas, se transfiere movimiento y maniobrabilidad. NASA

# Objetivos: Después de completar este módulo, será capaz de:

- Definirá y dará ejemplos del **impulso** y **cantidad de movimiento** con las unidades apropiadas.
- ◉ Escribirá y aplicará la relación entre impulso y cantidad de movimiento en una dimensión.
- ◉ Escribirá y aplicará la relación entre impulso y cantidad de movimiento en dos dimensiones.

# IMPULSO



El **impulso**  $J$  es una fuerza  $F$  que actúa en un intervalo pequeño de tiempo  $\Delta t$ .

**Impulso:**

$$J = F \Delta t$$

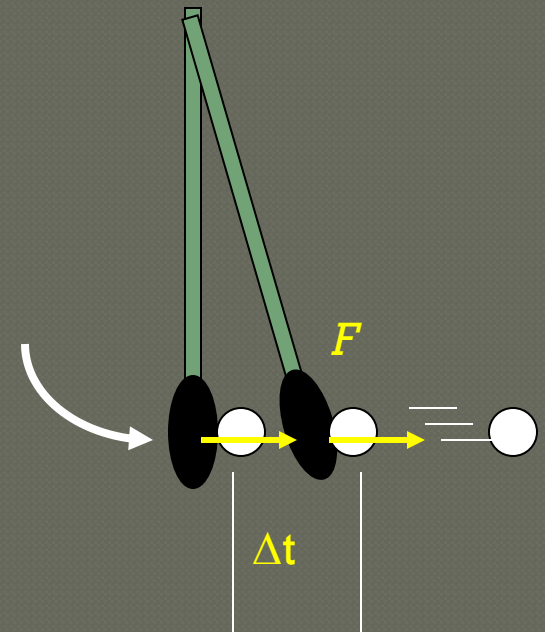
Ejemplo 1: Un palo de golf ejerce una fuerza promedio de **4000 N** por **0.002 s**.  
¿Cuál es el impulso dado a la pelota?

Impulso:

$$J = F \Delta t$$

$$J = (4000 \text{ N})(0.002 \text{ s})$$

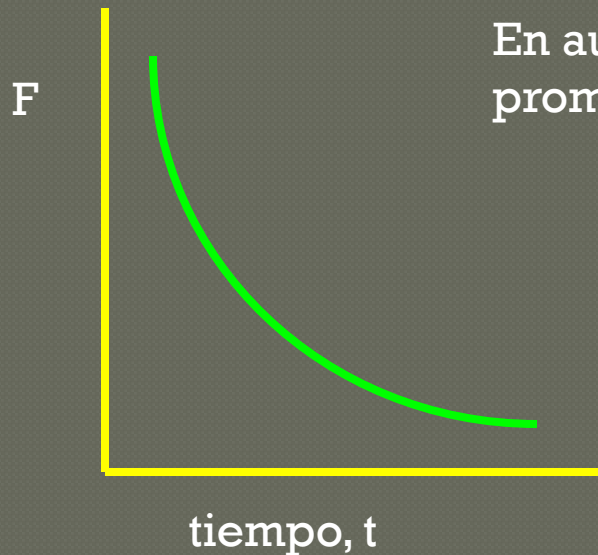
$$J = 8.00 \text{ N}\cdot\text{s}$$



La unidad del impulso es el **newton-segundo** (N s)

# Impulso desde una fuerza diversa

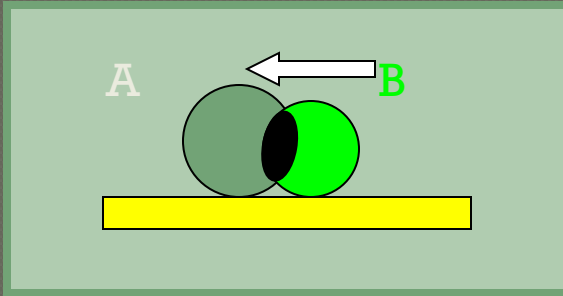
Una fuerza que actúa por un intervalo corto no es constante. Puede ser grande al inicio y tiende a cero, como muestra la gráfica.



En ausencia de cálculo, usamos la fuerza promedio  $F_{prom}$ .

$$J = F_{avg} \Delta t$$

Ejemplo 2: Dos pelotas de goma chocan. La pelota B ejerce una fuerza promedio de **1200 N** sobre la A. ¿Cuál es el contacto de las pelotas si el impulso es **5 N s**?



$$J = F_{avg} \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{J}{F_{avg}} = \frac{-5 \text{ N s}}{-1200 \text{ N}}$$

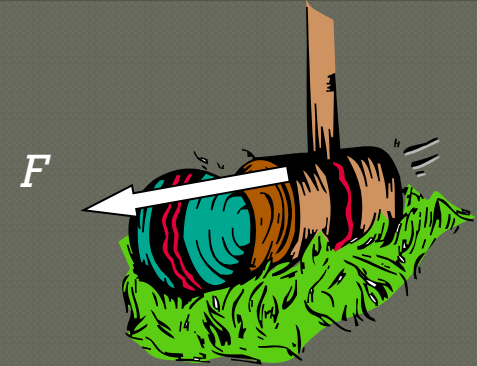
$$\Delta t = 0.00420 \text{ s}$$

El impulso es negativo; la fuerza en A es a la izquierda. A menos que sea lo contrario, las fuerzas se tratan como fuerzas promedio.

# El impulso cambia la velocidad

Considere un mazo que golpea una pelota:

$$F = ma; \quad a = \frac{v_f - v_o}{\Delta t}$$



$$F = m \left( \frac{v_f - v_o}{\Delta t} \right)$$

$$F \Delta t = mv_f - mv_o$$

*Impulso = Cambio en "mv"*

# Definición de cantidad de movimiento

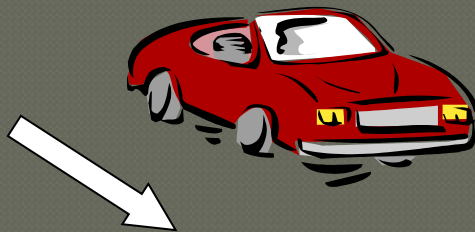
La cantidad de movimiento  $p$  se define como el producto de masa y velocidad,  $mv$ . Unidades: **kg m/s**

$$p = mv$$

*Cantidad de movimiento*

$$m = 1000 \text{ kg}$$

$$p = (1000 \text{ kg})(16 \text{ m/s})$$



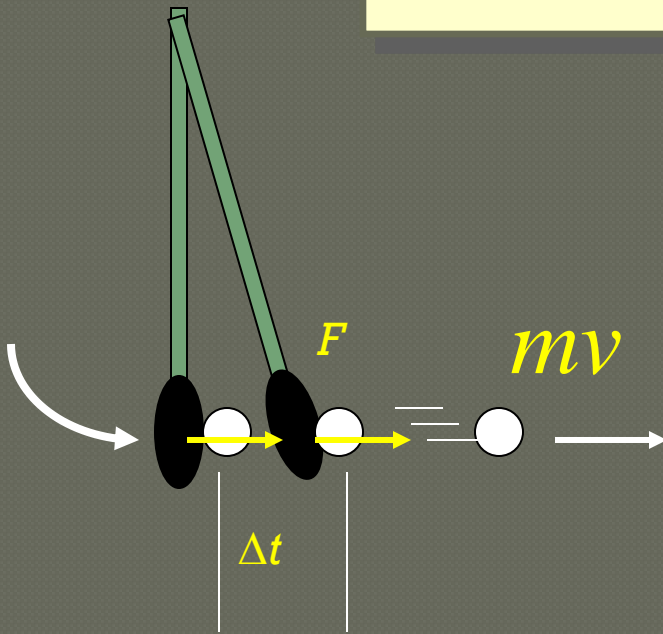
$$v = 16 \text{ m/s}$$

$$p = 16,000 \text{ kg m/s}$$

# Impulso y cantidad de movimiento

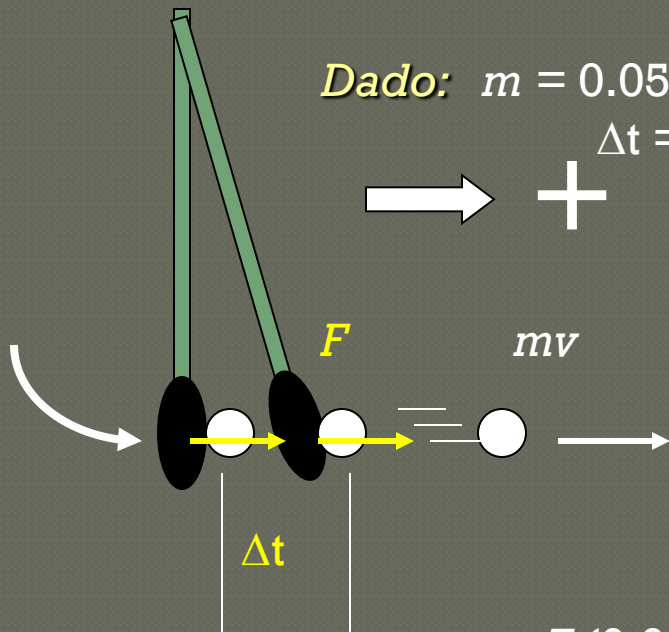
*Impulso = Cambio en la cantidad de movimiento*

$$F \Delta t = mv_f - mv_o$$



Una fuerza  $F$  actúa en una pelota en un tiempo  $\Delta t$  aumentando la cantidad de movimiento  $mv$ .

Ejemplo 3: Una pelota de golf de **50-g** sale del palo a **20 m/s**. Si el palo está en contacto por **0.002 s**, ¿qué fuerza promedio actuó en la pelota?



*Dado:*  $m = 0.05 \text{ kg}$ ;  $v_o = 0$ ;  
 $\Delta t = 0.002 \text{ s}$ ;  $v_f = 20 \text{ m/s}$

Elija el extremo derecho como positivo.

$$F \Delta t = mv_f - mv_o$$

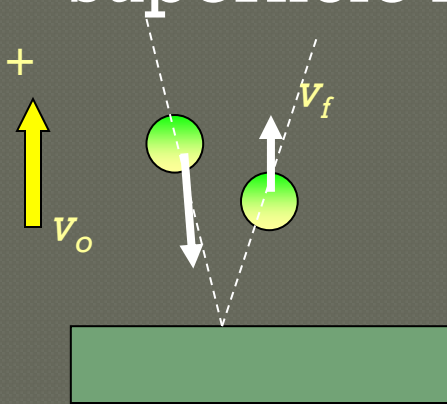
$$F (0.002 \text{ s}) = (0.05 \text{ kg})(20 \text{ m/s})$$

Fuerza promedio:

$$F = 500 \text{ N}$$

# Vector natural de la cantidad de movimiento

Considere el cambio en la cantidad de movimiento de una pelota que pega en una superficie rígida:



Una pelota de **2-kg** pega en la superficie con una velocidad de **20 m/s** y rebota con una velocidad de **15 m/s**. ¿Cuál es el cambio en la cantidad de movimiento?

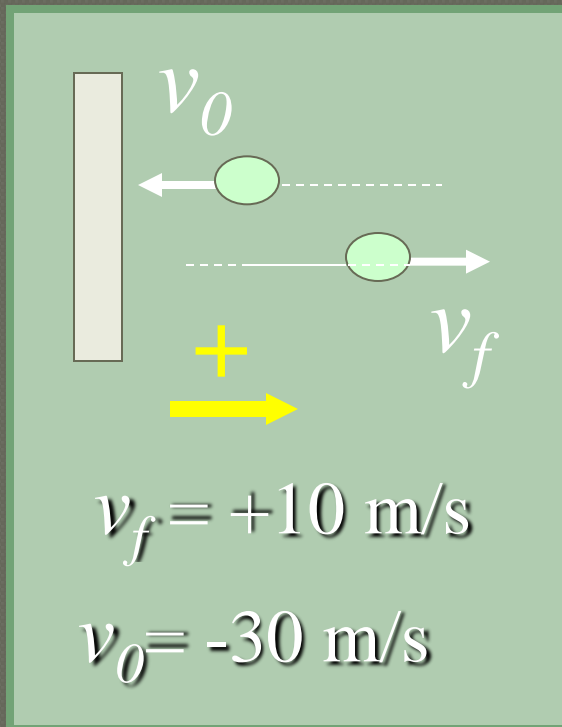
$$\Delta p = mv_f - mv_o = (2 \text{ kg})(15 \text{ m/s}) - (2 \text{ kg})(-20 \text{ m/s})$$

$$\Delta p = 30 \text{ kg m/s} + 40 \text{ kg m/s}$$

$$\Delta p = 70 \text{ kg m/s}$$

# La dirección es esencial

1. Elija y marque una dirección positiva.



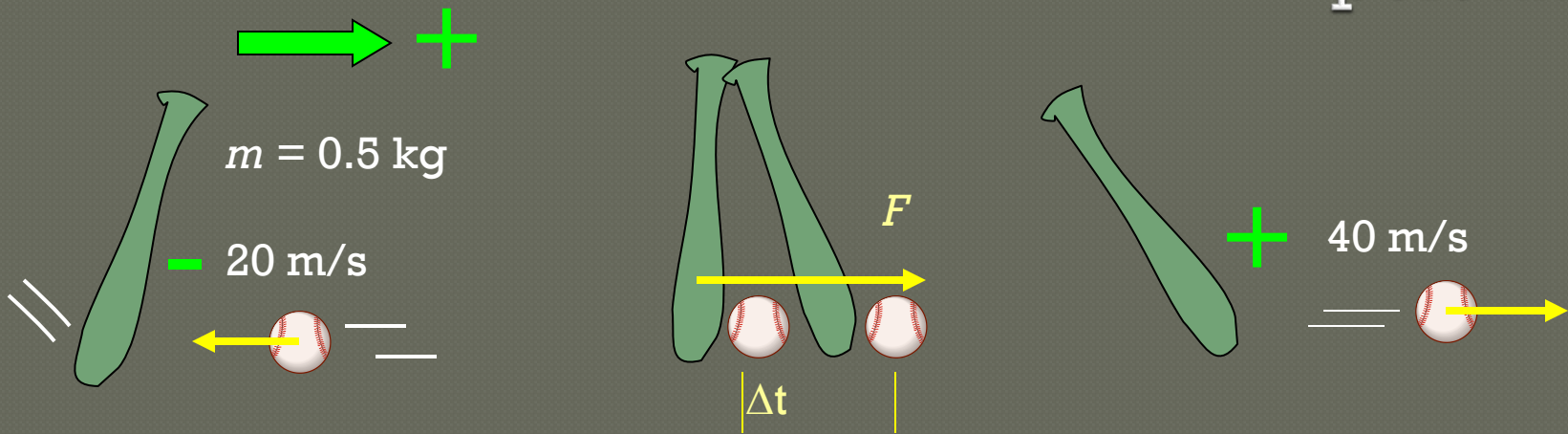
2. Una velocidad es positiva con esta dirección y negativa en sentido opuesto.

Suponga  $v_0$  a 30 m/s hacia la izquierda,  $v_f$  es 10 m/s a la derecha. ¿Cuál es el cambio en la velocidad  $\Delta v$ ?

$$v_f - v_0 = (10 \text{ m/s}) - (-30 \text{ m/s})$$

$$\Delta v = 40 \text{ m/s}$$

Ejemplo 4: Una pelota de 500-g se mueve a 20 m/s hacia un bat. La pelota choca con éste durante 0.002 s, y sale en dirección opuesta a 40 m/s. ¿Cuál es la fuerza promedio sobre la pelota?



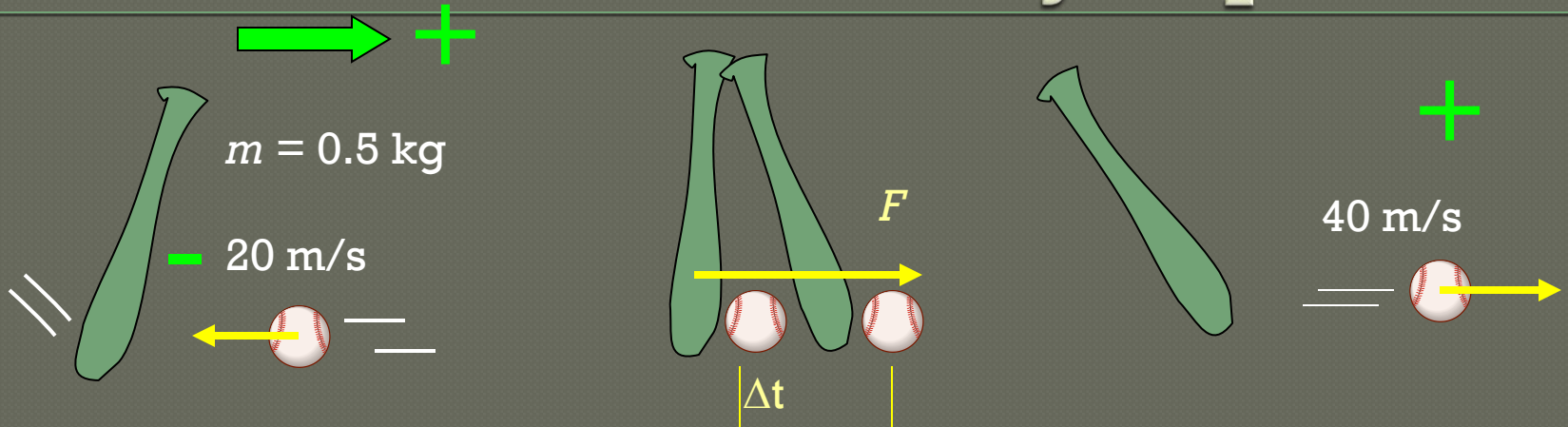
$$F \Delta t = mv_f - mv_o$$

$$v_o = -20 \text{ m/s}; v_f = 40 \text{ m/s}$$

$$F(0.002 \text{ s}) = (0.5 \text{ kg})(40 \text{ m/s}) - (0.5 \text{ kg})(-20 \text{ m/s})$$

Continúa . . .

# Continuación del ejemplo:



$$F \Delta t = mv_f - mv_o$$

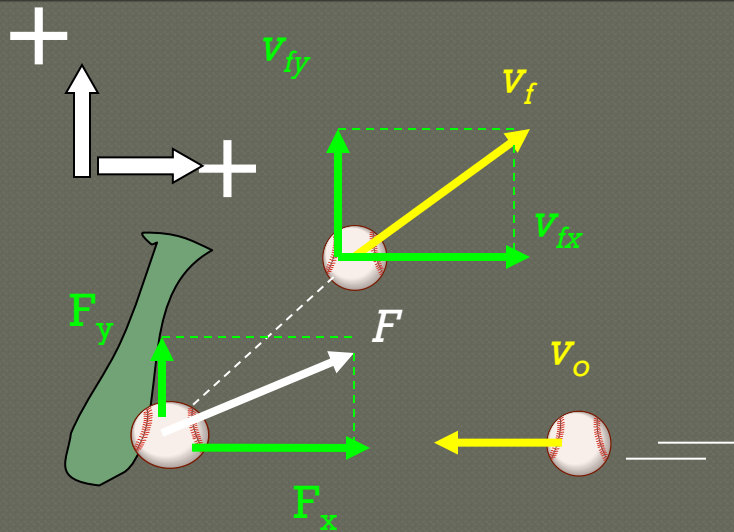
$$F(0.002 \text{ s}) = (0.5 \text{ kg})(40 \text{ m/s}) - (0.5 \text{ kg})(-20 \text{ m/s})$$

$$F(0.002 \text{ s}) = (20 \text{ kg m/s}) + (10 \text{ kg m/s})$$

$$F(0.002 \text{ s}) = 30 \text{ kg m/s}$$

$$F = 15,000 \text{ N}$$

# Impulso en dos dimensiones



Una pelota de béisbol con una velocidad inicial de  $v_o$  es golpeada con un bat y sale en un ángulo de  $v_f$ .

El impulso horizontal y vertical son independientes.

$$F = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j}$$

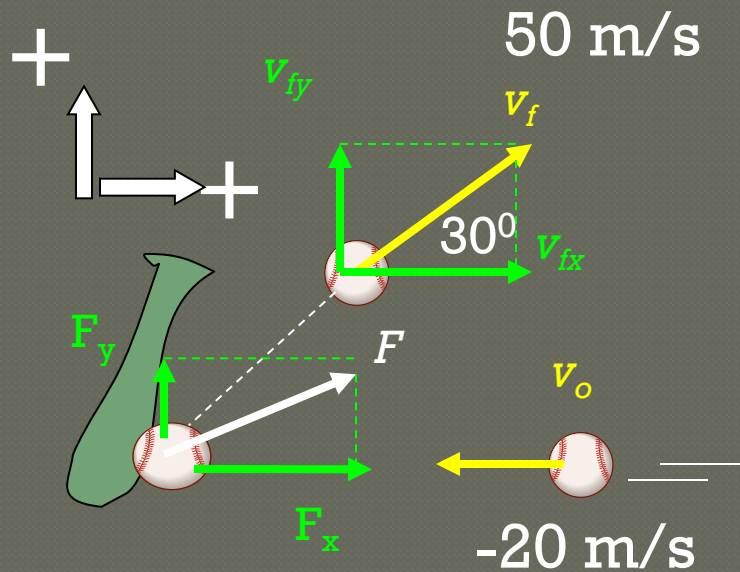
$$v_o = v_{ox} \mathbf{i} + v_{oy} \mathbf{j}$$

$$v_f = v_x \mathbf{i} + v_y \mathbf{j}$$

$$F_x \Delta t = mv_{fx} - mv_{ox}$$

$$F_y \Delta t = mv_{fy} - mv_{oy}$$

$g$  viaja a  $20 \text{ m/s}$  alejándose del bat con una velocidad de  $50 \text{ m/s}$  con un ángulo de  $30^\circ$ . Si  $\Delta t = 0.002 \text{ s}$ , ¿cuál fue la fuerza promedio  $F$ ?



$$v_{ox} = -20 \text{ m/s}; v_{oy} = 0$$

$$v_{fx} = 50 \text{ Cos } 30^\circ = 43.3 \text{ m/s}$$

$$v_{fy} = 50 \text{ Sen } 30^\circ = 25 \text{ m/s}$$

Primero considere la **horizontal**:

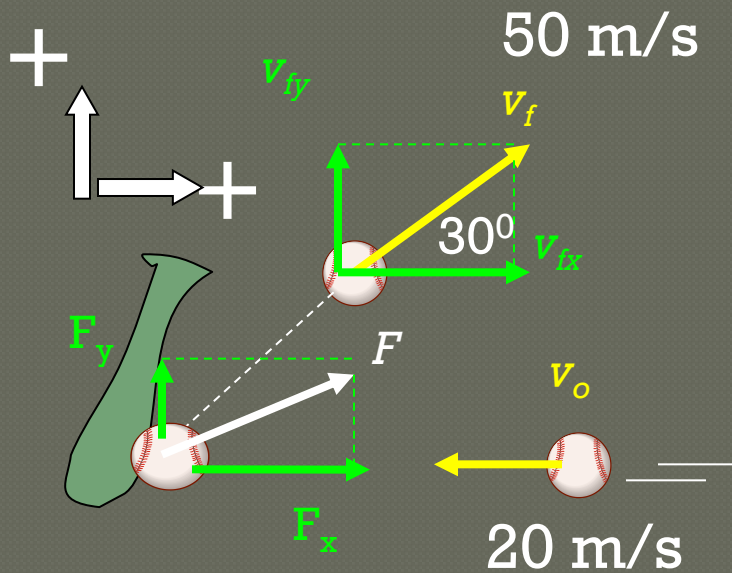
$$F_x \Delta t = mv_{fx} - mv_{ox}$$

$$F_x (.002 \text{ s}) = (0.5 \text{ kg})(43.3 \text{ m/s}) - (0.5 \text{ kg})(-20 \text{ m/s})$$

# Continuación del ejemplo ...

$$F_x(.002 \text{ s}) = (0.5 \text{ kg})(43.3 \text{ m/s}) - (0.5 \text{ kg})(-20 \text{ m/s})$$

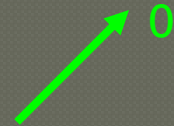
$$F_x(.002 \text{ s}) = 21.7 \text{ kg m/s} + 10 \text{ kg m/s}$$



$$F_x = 15.8 \text{ kN}$$

Ahora aplíquela a la vertical:

$$F_y \Delta t = mv_{fy} - mv_{oy}$$



$$F_y(.002 \text{ s}) = (0.5 \text{ kg})(25 \text{ m/s})$$

$$F_y = 6.25 \text{ kN}$$

y

$$F = 17.0 \text{ kN}, 21.5^\circ$$

# Sumario de Fórmulas:

$$\text{Impulso } J = F_{\text{avg}} \Delta t$$

$$\text{Cantidad de movimiento } p = mv$$

*Impulso = Cambio en la cantidad de movimiento*

$$F \Delta t = mv_f - mv_o$$

# CONCLUSIÓN:

