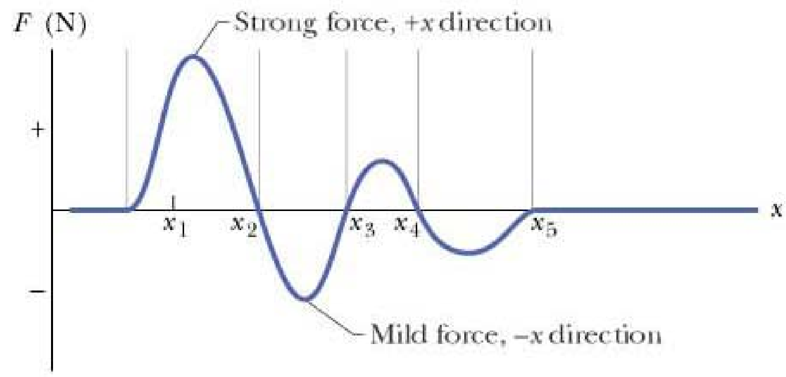
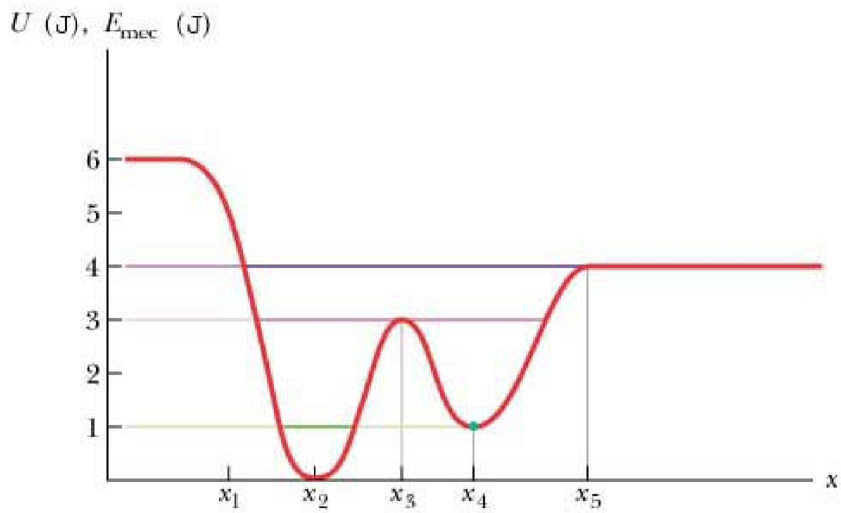
$$F(x) = -\frac{dU(x)}{dx}$$





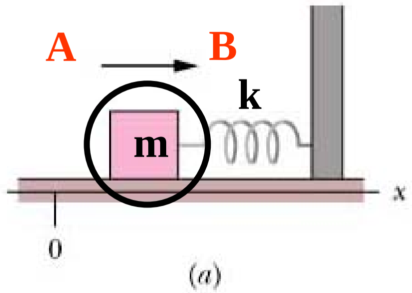
(c)

Conservación de la Energía

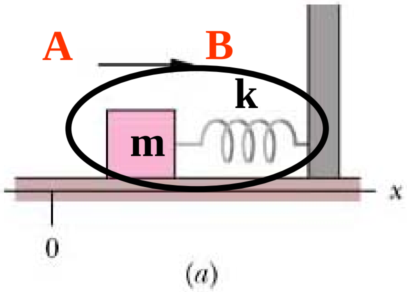
Sistemas de partículas

$$\Delta U + \Delta K + \Delta E_{int} = W$$

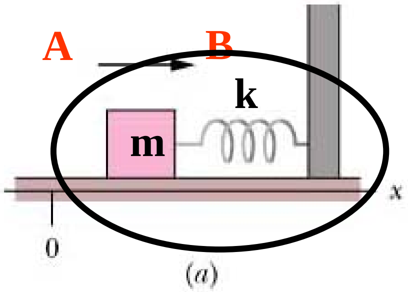
a)



b)



c)



Conservación de la Energía

<u>Sistemas de partículas</u>

En un sistema asilado (no hay trabajo externo), la energía puede ser transformado de una clase a otra, pero no puede ser creada o destruida.

La energía total del sistema permanece constante!!

Conservación de la Energía

Sistemas de partículas

Ejemplo 16.7:
Un aficionado de los Cachorros de Chicago deja caer una bola de béisbol desde la cima de la Torre Sears a una altura h=443m.
La bola alcanza una velocidad v=42 m/s.
Halle el cambio en la energía interna de la bola y del aire circundante durante la caída.

Sistemas de partículas

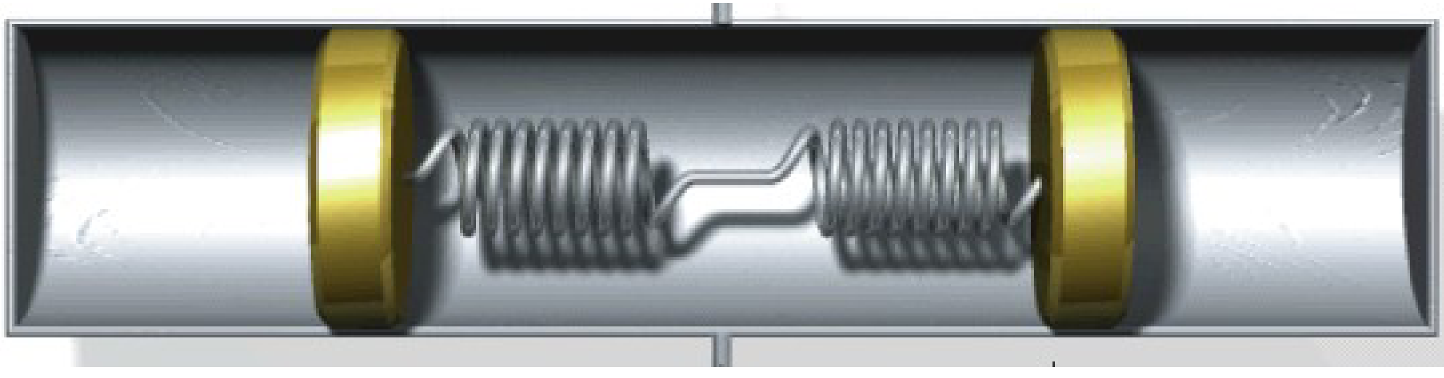
- **Dos partículas**
- **Muchas partículas**
- **Centro de Masa de objetos sólidos**
- Ímpetu lineal de una partícula
- Ímpetu lineal de un sistema de partículas
- Conservación del ímpetu lineal

Sistemas de partículas

Movimiento unidimensional de dos cuerpos unidos por un resorte

--------------- L----------------

m1 m2



Sistemas de partículas

n partículas:

$$x_{cm} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \ldots + m_nx_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_n} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \ldots + m_nx_n}{M} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{n} m_ix_i$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots + m_n$$

mas dimensiones:

$$\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{n} m_i\vec{r}_i$$

Sistemas de partículas

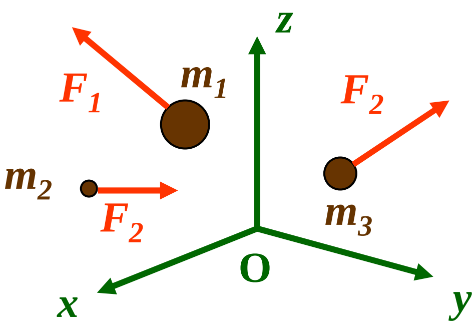
Posición del centro de masa:

$$\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{n} m_i \vec{r}_i$$

En componentes:

$$\vec{r}_{cm} = x_{cm}\hat{i} + y_{cm}\hat{j} + z_{cm}\hat{k}$$

$$x_{cm} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{n} m_i x_i \qquad y_{cm} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{n} m_i y_i \qquad z_{cm} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{n} m_i z_i$$



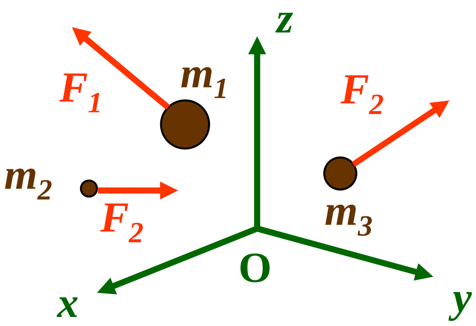
Sistemas de partículas

Secunda ley de Newton:

$$M\vec{r}_{cm} = m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + m_3\vec{r}_3 + \ldots + m_n\vec{r}_n$$

$$M\frac{d}{dt}\vec{r}_{cm} = m_1\frac{d}{dt}\vec{r}_1 + m_2\frac{d}{dt}\vec{r}_2 + m_3\frac{d}{dt}\vec{r}_3 + \ldots + m_n\frac{d}{dt}\vec{r}_n$$

$$M\vec{v}_{cm} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_3 + \ldots + m_n\vec{v}_n$$



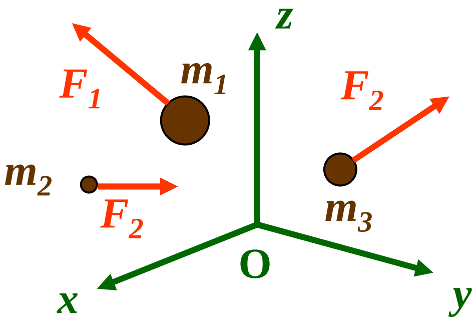
Sistemas de partículas

Secunda ley de Newton:

$$M\vec{v}_{cm} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_3 + \ldots + m_n\vec{v}_n$$

$$M\frac{d}{dt}\vec{v}_{cm} = m_1\frac{d}{dt}\vec{v}_1 + m_2\frac{d}{dt}\vec{v}_2 + m_3\frac{d}{dt}\vec{v}_3 + \ldots + m_n\frac{d}{dt}\vec{v}_n$$

$$M\vec{a}_{cm} = m_1\vec{a}_1 + m_2\vec{a}_2 + m_3\vec{a}_3 + \ldots + m_n\vec{a}_n$$



Sistemas de partículas

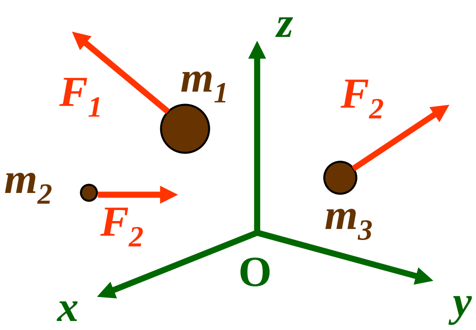
Secunda ley de Newton:

$$M\vec{a}_{cm} = m_1\vec{a}_1 + m_2\vec{a}_2 + m_3\vec{a}_3 + \ldots + m_n\vec{a}_n$$

$$M\vec{a}_{cm} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \ldots + \vec{F}_n$$

$$M\vec{a}_{cm} = \vec{F}_{net}$$

$$F_{net,x} = Ma_{cm,x} \qquad F_{net,y} = Ma_{cm,y} \qquad F_{net,z} = Ma_{cm,z}$$



Sistemas de partículas

Secunda ley de Newton:

El movimiento de traslación total a un sistema de partículas puede ser analizado usando las leyes de Newton como si toda la masa estuviera concentrada en el centro de masa y la fuerza externa total estuviera aplicada en este punto.

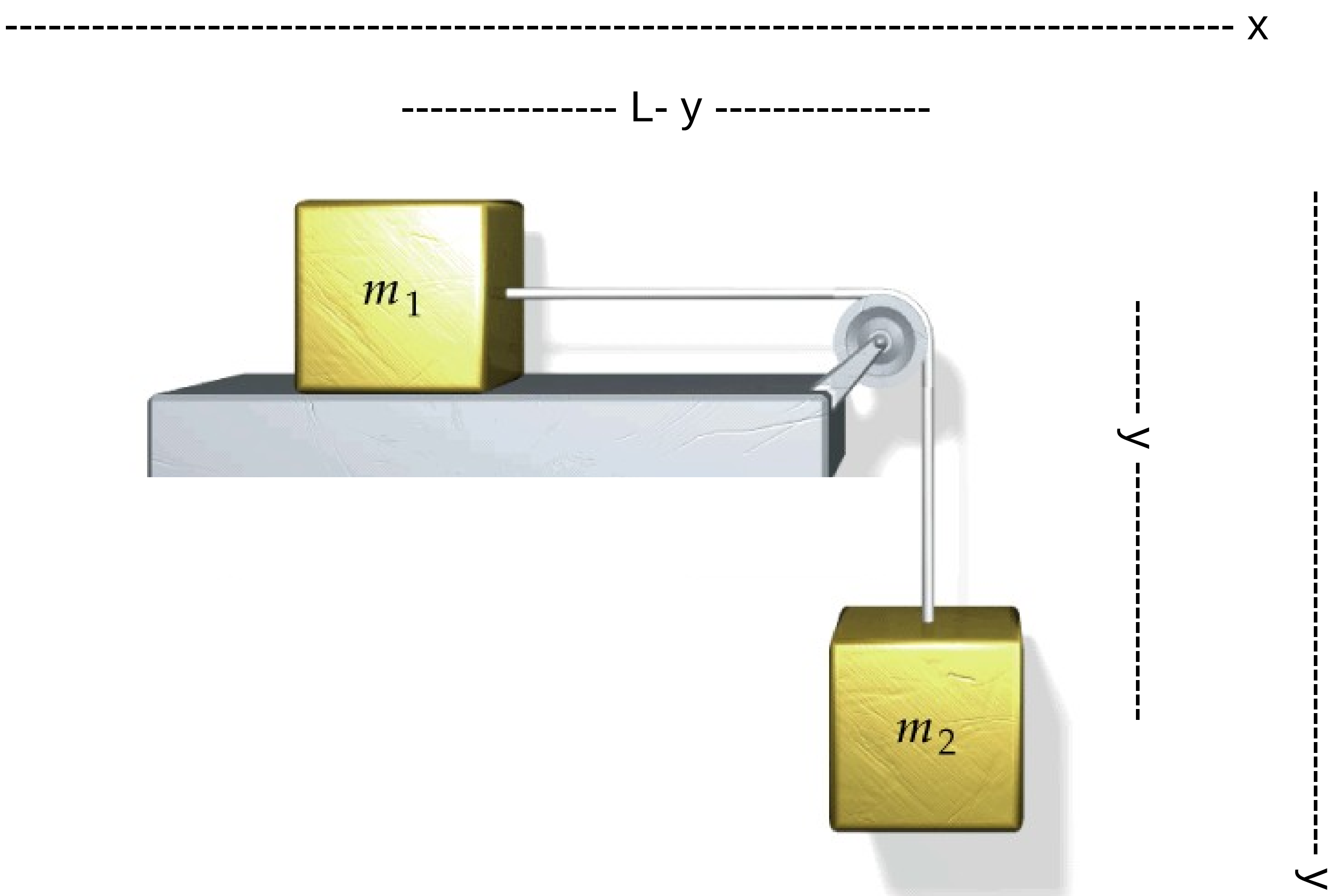
Si la fuerza externa neta esta cero, el centro de masa se mueve a velocidad constante.

Sistema de partículas

Ejemplo 17.1:
Supongamos tres masas ($m1=1kg$, $m2=2kg$, $m3=3kg$) inicialmente en reposo en posición ($x1= (2,0)$; $x2=(0,-2)$; $x3=(0,1)$) y tres fuerzas externas actúan sobre las partículas ($F1= 1N\ i$; $F2= 2N\ j$; $F3= 3N\ i$).
¿Donde está el centro de masa y cual es la aceleración?

Sistema de partículas

Ejemplo 17.2: Hallar la magnitud común de las aceleraciones de los dos bloques.



Sistema de partículas

Centro de masa de objetos sólidos

Con vectores:

$$R_{cm} = 1/M \int R\ dm$$

Componentes:

$$X_{cm} = 1/M \int x\ dm$$

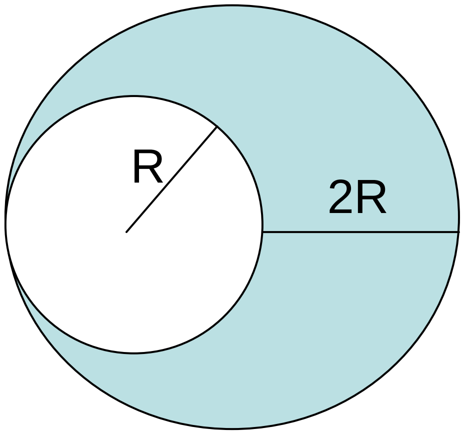
$$Y_{cm} = 1/M \int y\ dm$$

$$Z_{cm} = 1/M \int z\ dm$$

Sistema de partículas

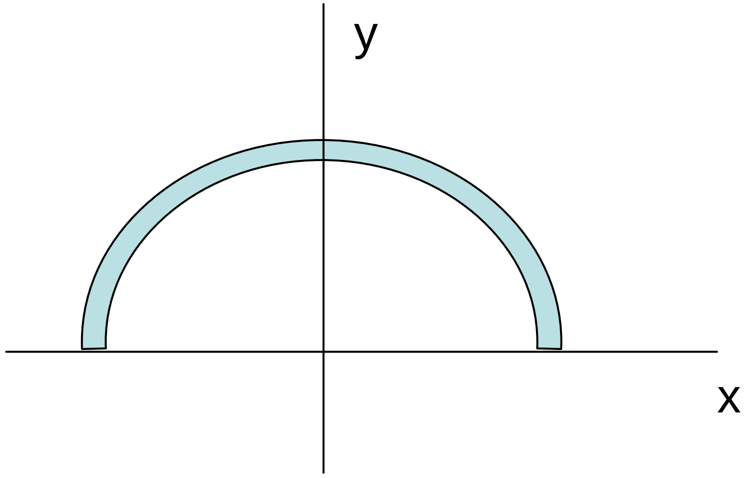
Ejemplo 17.3:
La figura muestra una placa circular de metal de radio 2R de la que se ha extraído un disco de radio R. Llamémosle objeto X. Halle el centro de masa.

X cuerpo celeste
C disco grande
D disco pequeño



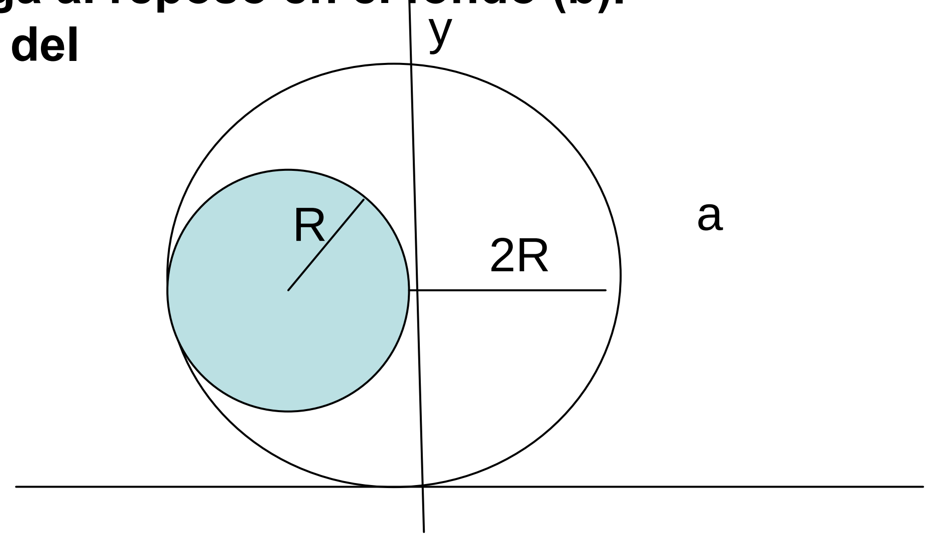
Sistema de partículas

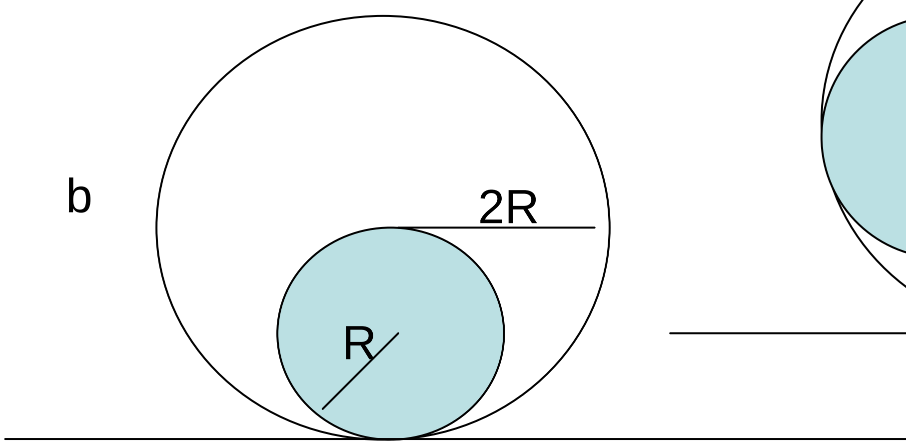
Ejemplo 17.4:
Una tira delgada de material esta doblada en forma de semicírculo de radio R. Halle su centro de masa.



Sistema de partículas

Ejemplo 17.5:
Una bola de masa m y radio R está situada dentro de una cascarón esférico de la misma masa m y de radio interior 2R. La combinación está en reposo sobre una mesa. La bola se suelta, oscila en vaivén adentro (a) y por ultimo llega al reposo en el fondo (b).
¿Cual es el desplazamiento del cascarón?





Sistemas de partículas

La próxima vez:

- Dos partículas
- Muchas partículas
- Centro de Masa de objetos sólidos
- **Ímpetu lineal de una partícula**
- **Ímpetu lineal de un sistema de partículas**
- **Conservación del ímpetu lineal**