



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



# Elementos de física

## Clase 8

**Dr. David González**  
**Profesor Principal**  
**Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología**  
**Marzo 8, 2023**

## 4.2 Primera Ley de Newton



Si ***ninguna* fuerza neta** actúa sobre un cuerpo, éste **permanece en reposo**, o bien, **se mueve con velocidad constante** en línea recta. Una vez que un cuerpo se pone en movimiento, no se necesita una fuerza neta para mantenerlo en movimiento; tal observación se conoce como *primera ley de Newton del movimiento*:

**PRIMERA LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO:** Un cuerpo sobre el que no actúa una fuerza neta se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración cero.



## 4.2 Primera Ley de Newton

Cuando un cuerpo está en reposo o se mueve con velocidad constante (en línea recta), decimos que el cuerpo está en **equilibrio**. Para que un cuerpo esté en equilibrio, no deben actuar fuerzas sobre él, o tienen que actuar varias fuerzas cuya resultante, es decir, la fuerza neta, sea cero:

**Primera ley de Newton:**  
La fuerza neta sobre un cuerpo ...  $\sum \vec{F} = 0$  ... debe ser igual a cero si el cuerpo está en equilibrio.



## 4.3 Segunda Ley de Newton

La unidad de masa en el SI es el kilogramo. En la sección 1.3 vimos que el kilogramo se define oficialmente como la masa de un cilindro de una aleación de platino-iridio que se encuentra en una bóveda cerca de París (figura 1.4). Usamos este kilogramo estándar, para definir el newton:

Un newton es la cantidad de fuerza neta que proporciona una aceleración de 1 metro por segundo al cuadrado a un cuerpo con masa de 1 kilogramo.



1 newton = (1 kilogramo) (1 metro por segundo al cuadrado).

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$



## 4.3 Segunda Ley de Newton

**SEGUNDA LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO:** Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, éste se acelera. La dirección de la aceleración es la misma que la de la fuerza neta. El vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por su aceleración.

Segunda ley de Newton del movimiento: Si hay una fuerza neta sobre un cuerpo ...  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$  ... el cuerpo se acelera en la misma dirección que la fuerza neta.  
Masa del cuerpo

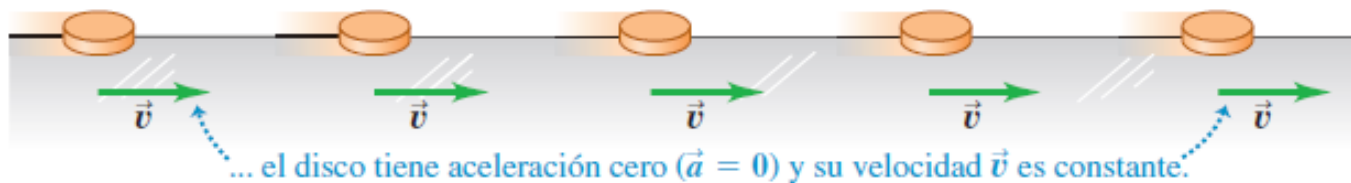
$$m = \frac{|\sum \vec{F}|}{a} \quad \text{o bien,} \quad |\sum \vec{F}| = ma \quad \text{o bien,} \quad a = \frac{|\sum \vec{F}|}{m}$$



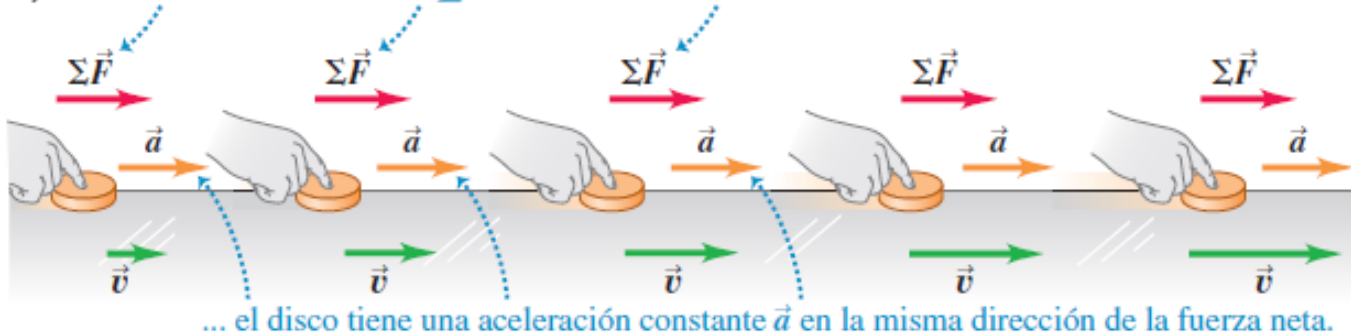


## 4.3 Segunda Ley de Newton

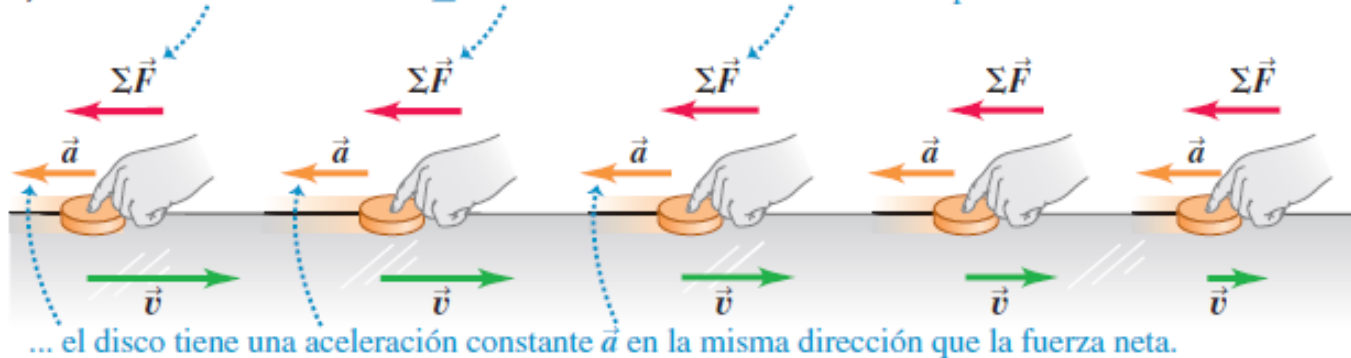
a) Si la fuerza neta que actúa sobre el disco es cero,  $\Sigma \vec{F} = 0$ , ...



b) Si una fuerza neta constante  $\Sigma \vec{F}$  actúa sobre el disco en la dirección de su movimiento ...



c) Si una fuerza neta constante  $\Sigma \vec{F}$  actúa sobre el disco en dirección opuesta a la dirección de su movimiento ..

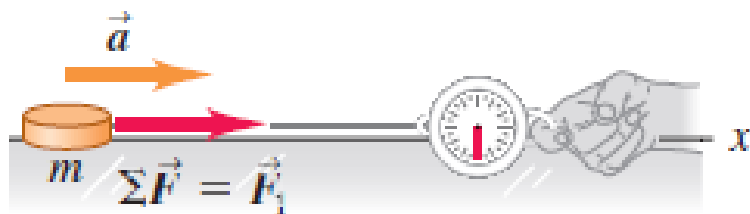


## 4.3 Segunda Ley de Newton

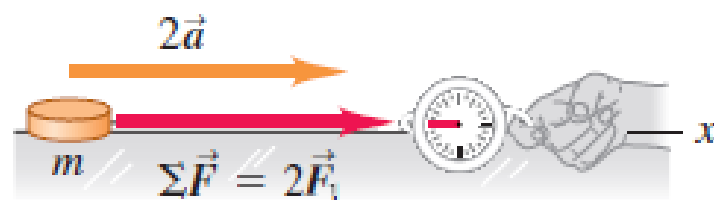
*Una fuerza neta que actúa sobre un cuerpo hace que éste acelere en la misma dirección de la fuerza neta. Si la magnitud de la fuerza neta es constante también lo será la magnitud de la aceleración.*

**4.14** Para un cuerpo de cierta masa  $m$ , la magnitud de la aceleración  $\vec{a}$  del cuerpo es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza neta  $\Sigma \vec{F}$  que actúa sobre él.

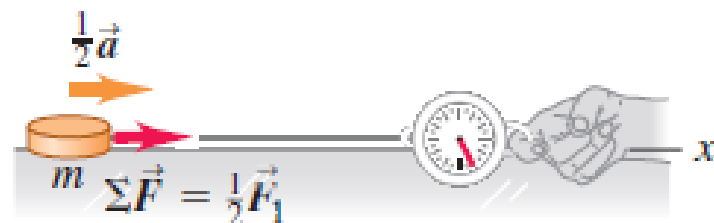
a) Una fuerza neta constante  $\Sigma \vec{F}$  provoca una aceleración constante  $\vec{a}$ .



b) Al duplicarse la fuerza neta, se duplica la aceleración.



c) Al reducirse a la mitad la fuerza neta, la aceleración se reduce a la mitad.

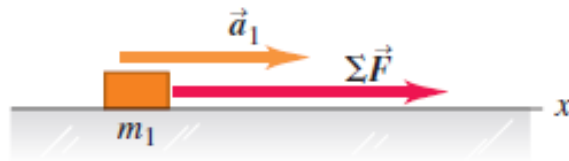




## 4.3 Segunda Ley de Newton

**4.15** Para una fuerza neta constante determinada,  $\Sigma \vec{F}$ , que actúa sobre un cuerpo, la aceleración es inversamente proporcional a la masa del cuerpo. Las masas se suman como escalares ordinarios.

a) Una fuerza  $\Sigma \vec{F}$  conocida provoca que un objeto con masa  $m_1$  tenga una aceleración  $\vec{a}_1$ .



$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{a_1}{a_2}$$

(misma fuerza neta)

b) Al aplicar la misma fuerza  $\Sigma \vec{F}$  a un segundo objeto, se percibe la aceleración que nos permite medir la masa.





## 4.3 Segunda Ley de Newton



Existen por lo menos tres aspectos de la segunda ley de Newton que merecen atención especial.

1. La definición de la segunda ley de Newton es **vectorial**.

Segunda ley de Newton: Cada componente de la fuerza neta sobre un cuerpo ...

$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y \quad \sum F_z = ma_z$$

... es igual a la masa del cuerpo por la componente correspondiente de la aceleración.

2. El enunciado de la segunda ley de Newton se refiere a **fuerzas externas**. (*No es posible que un cuerpo afecte su propio movimiento ejerciendo una fuerza sobre sí mismo*).
3. La segunda ley de Newton solo es valida si la masa **m** es **constante**.



## 4.3 Segunda Ley de Newton

---

Un trabajador aplica una fuerza horizontal constante con magnitud de 20 N a una caja con masa de 40 kg que descansa en un piso plano con fricción despreciable. ¿Cuál es la aceleración de la caja?



## 4.3 Segunda Ley de Newton

---

Una camarera empuja una botella de salsa cátsup con masa de 0.45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal liso. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2.8 m/s y, luego, se frena por la fuerza de fricción horizontal constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1.0 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?

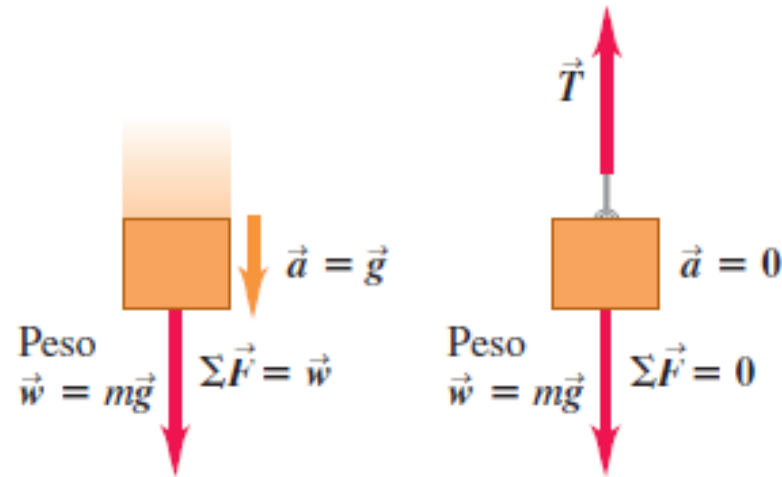


## 4.3 Segunda Ley de Newton

### 4.20 Relación entre masa y peso.

Cuerpo que cae,  
masa  $m$

Cuerpo colgado,  
masa  $m$



- La relación entre masa y peso es:  $\vec{w} = m\vec{g}$ .
- La relación es la misma si un cuerpo está cayendo o en reposo.

Magnitud del peso de un cuerpo .....  $w = mg$  ..... Masa del cuerpo  
..... Magnitud de la aceleración  
debida a la gravedad



## 4.3 Segunda Ley de Newton

Un Rolls-Royce Phantom de  $2.49 \times 10^4$  N que viaja en la dirección  $+x$  hace una parada de emergencia; la componente  $x$  de la fuerza neta que actúa sobre él es  $-1.83 \times 10^4$  N. ¿Qué aceleración tiene?



## 4.5 Tercera Ley de Newton

Una fuerza que actúa sobre un cuerpo siempre es el resultado de su interacción con otro cuerpo, así que las fuerzas siempre vienen en pares.

La fuerza que ejercemos sobre otro cuerpo tiene dirección opuesta a la que el cuerpo ejerce sobre nosotros. Los experimentos indican que, al interactuar dos cuerpos, las fuerzas que ejercen mutuamente son siempre iguales en magnitud y opuestas en dirección. Ésta es la tercera ley de Newton del movimiento:

**TERCERA LEY DE NEWTON DEL MOVIMIENTO:** Si el cuerpo *A* ejerce una fuerza sobre el cuerpo *B* (una “acción”), entonces, el cuerpo *B* ejerce una fuerza sobre el cuerpo *A* (una “reacción”). Estas dos fuerzas tienen la misma magnitud pero dirección opuesta, y actúan sobre cuerpos *diferentes*.



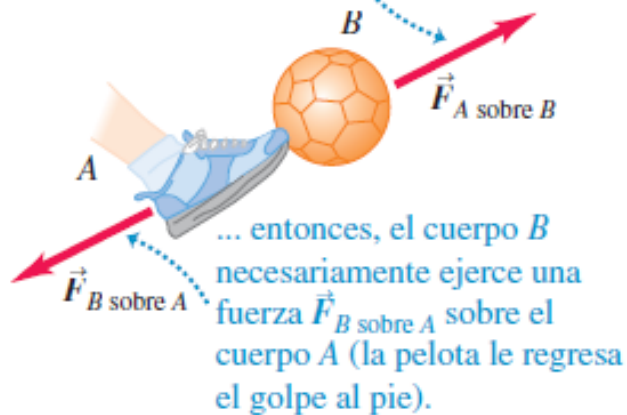




## 4.5 Tercera Ley de Newton

### 4.24 Tercera Ley de Newton del movimiento.

Si el cuerpo  $A$  ejerce una fuerza  $\vec{F}_A$  sobre  $B$  sobre el cuerpo  $B$  (por ejemplo, un pie patea un balón) ...



Las dos fuerzas tienen la misma magnitud, pero dirección opuesta:  $\vec{F}_A \text{ sobre } B = -\vec{F}_B \text{ sobre } A$ .

### Tercera ley de Newton:

Cuando dos cuerpos  $A$  y  $B$  ejercen fuerzas entre sí ...

$$\vec{F}_A \text{ sobre } B = -\vec{F}_B \text{ sobre } A$$

... las dos fuerzas tienen la misma magnitud pero direcciones opuestas.

*Nota:* Las dos fuerzas actúan sobre cuerpos diferentes.

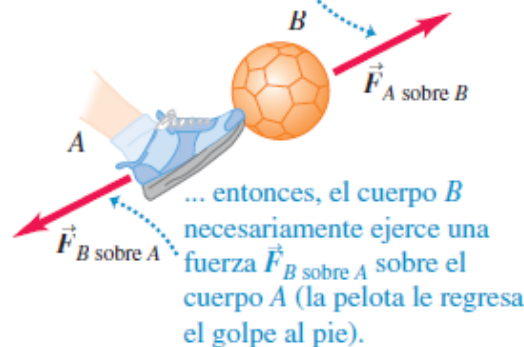




## 4.5 Tercera Ley de Newton

### 4.24 Tercera Ley de Newton del movimiento.

Si el cuerpo  $A$  ejerce una fuerza  $\vec{F}_A$  sobre  $B$  sobre el cuerpo  $B$  (por ejemplo, un pie patea un balón) ...



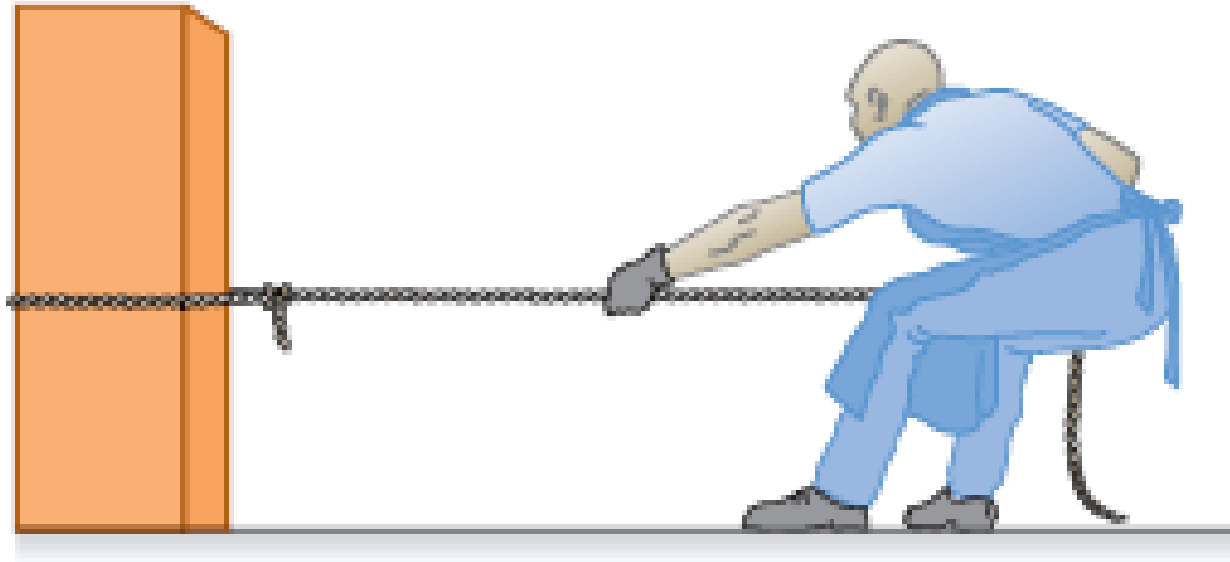
Las dos fuerzas tienen la misma magnitud, pero dirección opuesta:  $\vec{F}_{A \text{ sobre } B} = -\vec{F}_{B \text{ sobre } A}$ .

**CUIDADO** Las dos fuerzas en un par acción-reacción actúan sobre cuerpos diferentes. Destacamos que las dos fuerzas descritas en la tercera ley de Newton actúan sobre cuerpos *distintos*. Esto es importante en problemas que implican la primera o segunda ley de Newton, en los que actúan fuerzas sobre un solo cuerpo. Por ejemplo, la fuerza neta que actúa sobre el balón de la figura 4.24 es la suma vectorial del peso del balón y la fuerza  $\vec{F}_{A \text{ sobre } B}$  ejercida por el pateador. No incluimos  $\vec{F}_{B \text{ sobre } A}$  porque esta fuerza actúa sobre el pateador, no sobre el balón. ■



## 4.5 Tercera Ley de Newton

---



## 4.6 Diagrama de cuerpo libre

Los **diagramas de cuerpo libre** son indispensables para identificar las fuerzas relevantes. Un diagrama de cuerpo libre es un diagrama que muestra únicamente el cuerpo elegido, “libre” de su entorno, con vectores que muestran las magnitudes y direcciones de todas las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo.

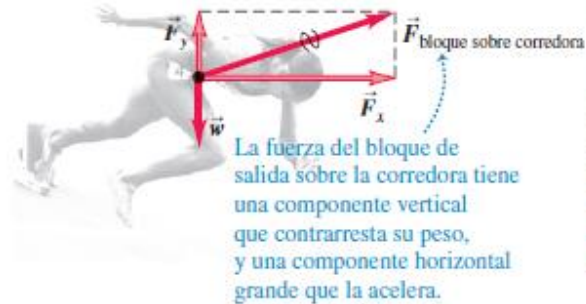
No olvide incluir todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, y cuídese también de **no incluir** fuerzas que el cuerpo ejerza sobre otro cuerpo. En particular, **las dos fuerzas de un par acción-reacción nunca deben aparecer en el mismo diagrama de cuerpo libre**, porque nunca actúan sobre el mismo cuerpo. Asimismo, tampoco se incluyen las fuerzas que un cuerpo ejerce sobre sí mismo, ya que aquéllas no pueden afectar su movimiento.



## 4.6 Diagrama de cuerpo libre

**4.29** Ejemplos de diagramas de cuerpo libre. En cada caso, el diagrama de cuerpo libre muestra todas las fuerzas externas que actúan sobre el objeto en cuestión.

a)



b)



Para saltar, este jugador se empujará hacia abajo contra el piso, incrementando la fuerza de reacción  $\vec{n}$  hacia arriba del piso sobre él.

Este jugador es un objeto en caída libre.

c)





# ¿Preguntas?

**Dr. David González**

**Profesor Principal**

**[Davidfeli.gonzalez@urosario.edu.co](mailto:Davidfeli.gonzalez@urosario.edu.co)**

**Escuela de Ingeniería, Ciencia y Tecnología**

**Universidad del Rosario**



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO