TEMA 4: Dinamica III
Capitulo 2: fuerzas de inercia

Sistemas Inerciales y No-inerciales

Sistema inercial

$v = cte.$

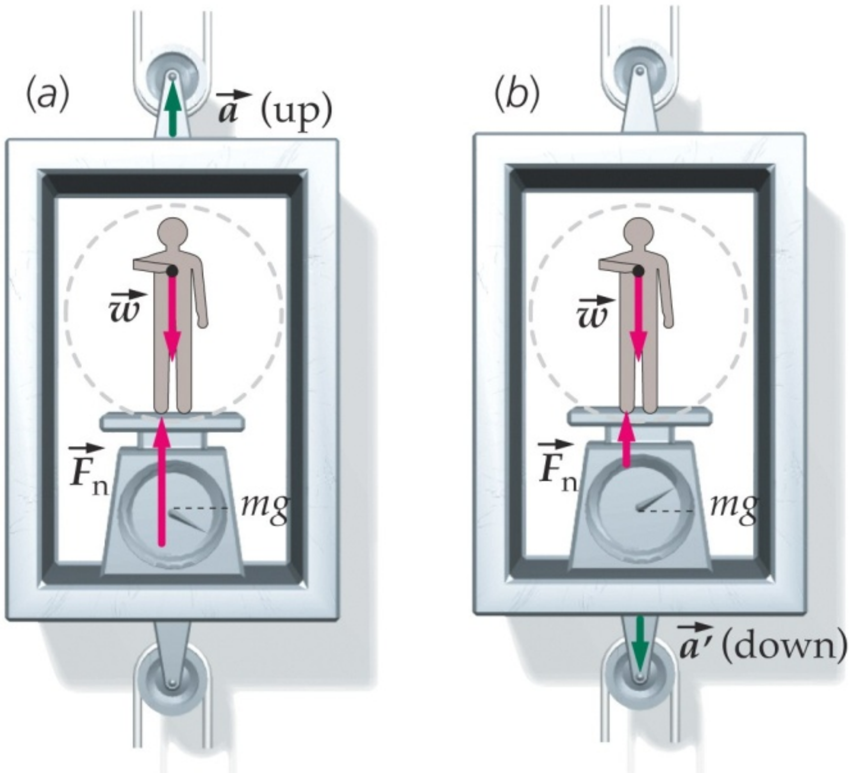
Sistema no-inercial

Con aceleración

Aparecen las **fuerzas de inercia**

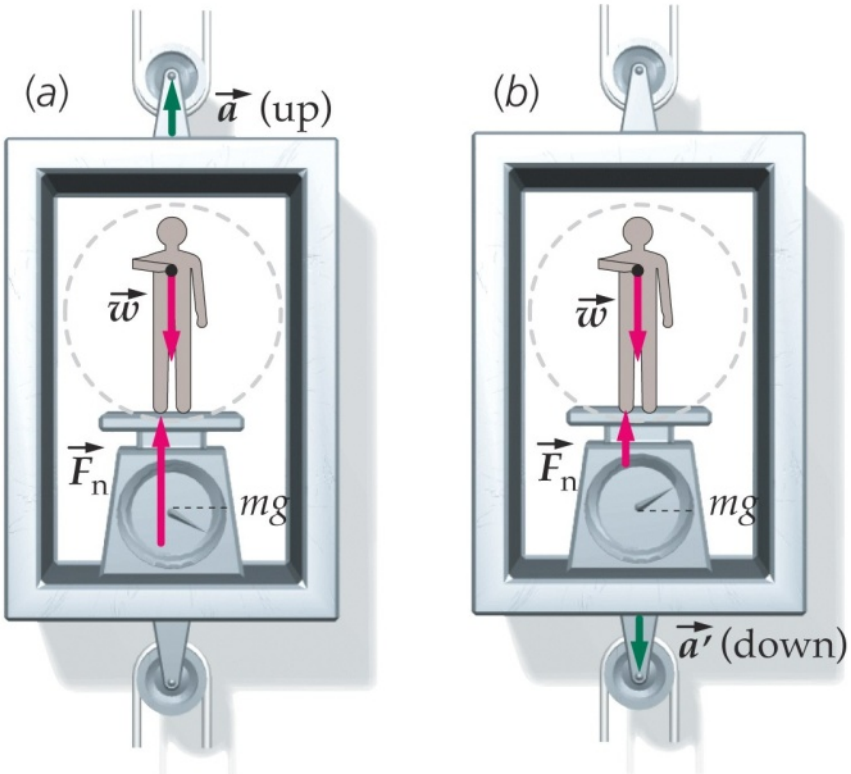
Problema: su peso en un ascensor (sistema no inercial)

Un hombre de 80 Kg está de pie sobre una balanza de muelle sujeta al suelo de un ascensor. La balanza está calibrada en newtons. ¿Qué peso indicará la balanza cuando (a) el ascensor se mueve con aceleración *a* hacia arriba; (b) el ascensor se mueve con aceleración descendente *a´* ?

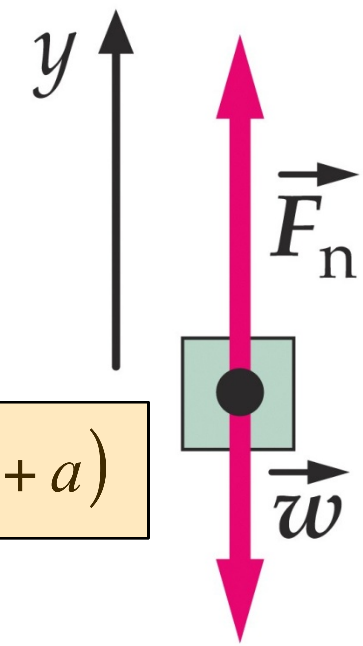


La lectura de la balanza es el módulo de la fuerza normal $\boldsymbol{F_n}$ ejercida por la balanza sobre el hombre.

Solución



Sobre el hombre actúan dos fuerzas: la fuerza de gravedad hacia abajo ***mg*** y la fuerza normal de la balanza $\boldsymbol{F_n}$, hacia arriba. La suma de ambas es la causa de la aceleración observada sobre el hombre.



$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

$$F_n - mg = ma$$

Peso aparente del hombre cuando el ascensor acelera **hacia arriba** →

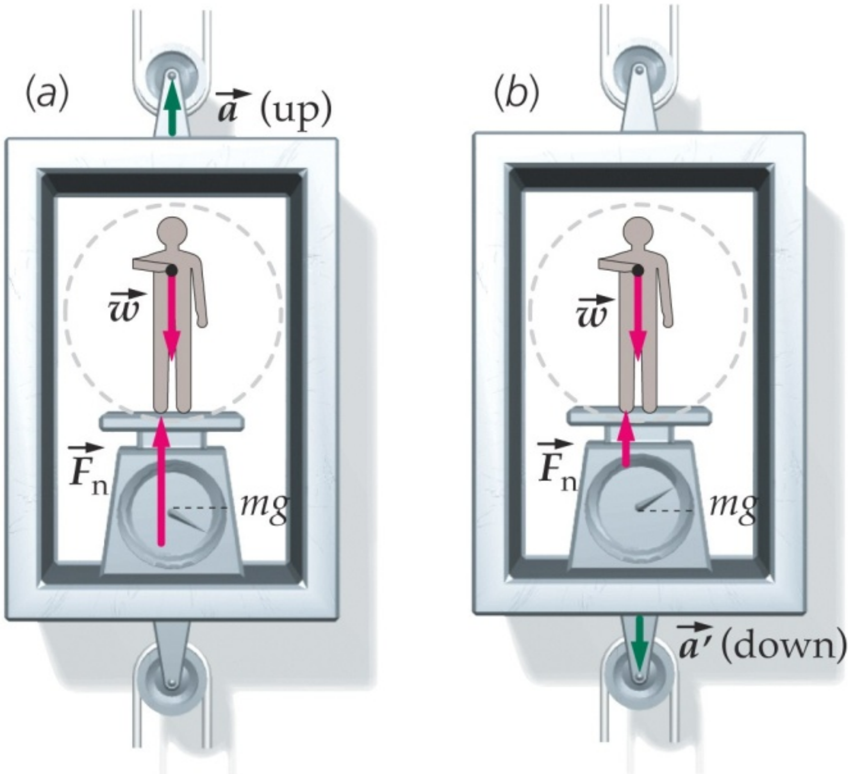
$$F_n = mg + ma = \boxed{m(g + a)}$$

$$F_n - mg = m(-a')$$

Peso aparente del hombre cuando el ascensor acelera **hacia abajo** →

$$F_n = mg - ma' = \boxed{m(g - a')}$$

Conclusión



Cuando el ascensor **acelera hacia arriba**, el **peso aparente es mayor**. Para el hombre todo ocurre como si **la gravedad es incrementase de *g* a *g+a***.

Cuando el ascensor **acelera hacia abajo**, el **peso aparente es menor**. El hombre se siente más ligero, como si **la gravedad fuera *g-a'***.

Si ***a'=g*** el ascensor estaría en **caída libre** y el hombre experimentaría la **ingravidez**.

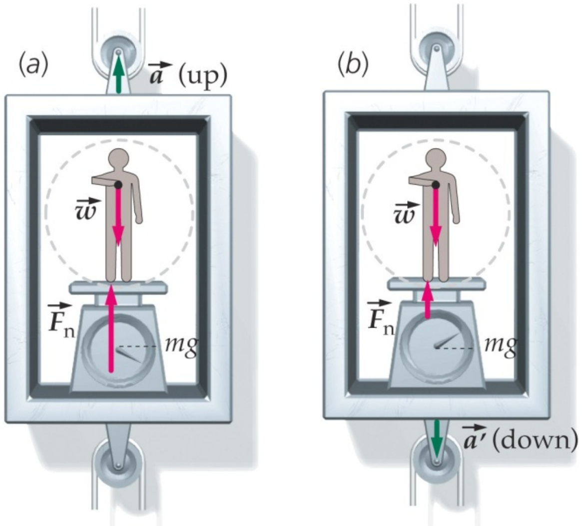
Las fuerzas de inercia y el peso de los cuerpos

El peso en un ascensor (sistema no inercial)

a) El ascensor sube y sufre una aceleración $\vec{a}$

b) El ascensor sube y frena con una aceleración $-\vec{a}$

$$\vec{R} - m\vec{g} = m\vec{a}$$
$$\vec{R} = m\left(\vec{g} + \vec{a}\right)$$



$$\vec{R} + m\vec{g} = -m\vec{a}$$
$$\vec{R} = m\left(\vec{g} - \vec{a}\right)$$

- ¿Qué pasaría si el ascensor frenase con una aceleración $a = g$?

$$\vec{R} = m\left(\vec{g} - \vec{a}\right) = 0$$

El ascensor estaría **en caída libre** y el hombre experimentaría la **ingravidez**!!!

Las fuerzas de inercia en un movimiento curvilíneo

- Sistema de referencia **inercial**
  - Aparecerá una fuerza **centrípeta**

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

$$F_n = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

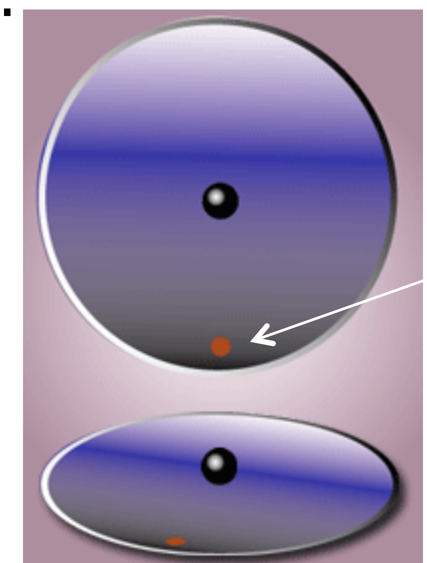
- Sistema de referencia **no-inercial**
  - Aparecerá una fuerza **centrífuga**

$$F_C = -F_n = -m\frac{v^2}{r} = -m\omega^2 r$$

Fuerza de Coriolis

Es la aceleración relativa que sufre un objeto que se mueve dentro de un **sistema de referencia no inercial** en rotación **cuando varía su distancia respecto al eje de giro**.

El efecto Coriolis hace que el objeto que se mueve sobre el radio de un disco en rotación tienda a acelerarse o a frenarse con respecto a ese disco según si el movimiento es hacia el eje de giro o alejándose de éste, respectivamente. Por el mismo principio, en el caso de una esfera en rotación, los movimientos de un objeto sobre los meridianos resultan afectados por esta **fuerza ficticia**, ya que dichos movimientos reducen o hacen crecer la distancia respecto al eje de giro.



Fuerza de Coriolis

Expresión general de la aceleración de Coriolis

$$\boxed{a_c = -2\omega v_t}$$

donde ω es la velocidad angular del sistema de referencia no inercial

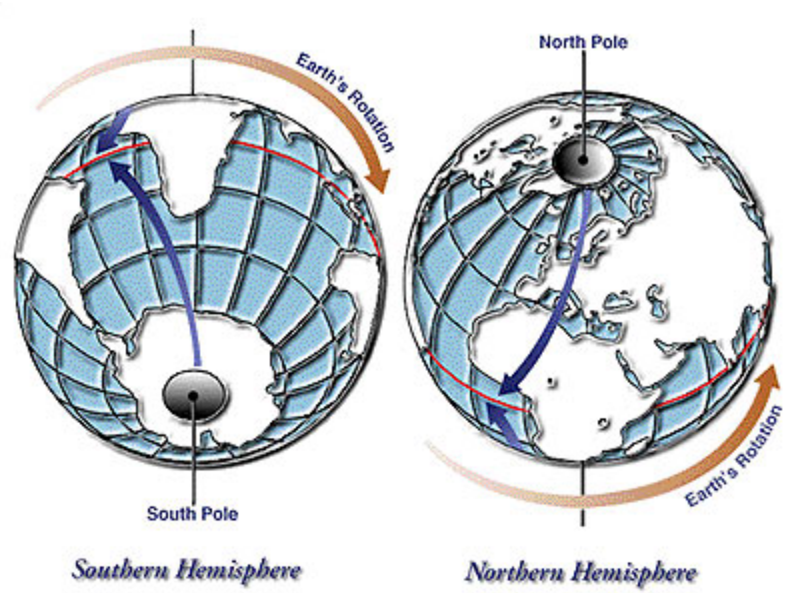
$\mathbf{v_t}$ la componente tangencial de la velocidad de traslación del objeto

Para la rotación de la Tierra en el caso del hemisferio norte en un punto de **latitud** λ

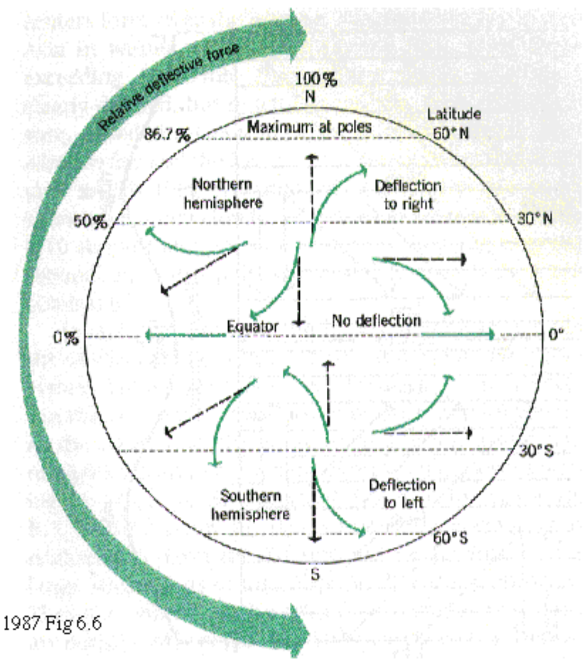
$$\boxed{a_c = 2\omega v \sin\lambda}$$

Un cuerpo que se desplaza con una velocidad de 1 m/s a una latitud de 45º encuentra una aceleración de Coriolis igual a $\mathbf{1.03 \cdot 10^{-4}\ m/s^2}$.

Fuerza de Coriolis en el sistema Tierra



Coriolis Strength and Latitude



Strahler&Strahler 1987 Fig 6.6

Patrón para los anticiclones. **Las borrascas giran en sentido opuesto**.

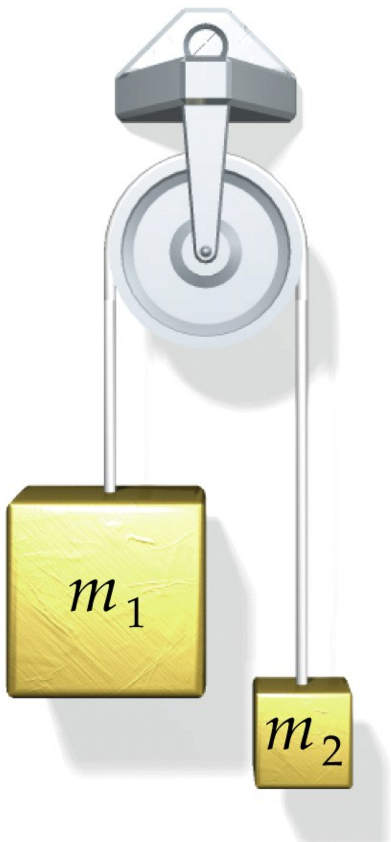
El péndulo de Foucault

Foucault realizó a mediados del siglo XIX una demostración pública que demostró sin lugar a dudas que la tierra rotaba.
En su experimento suspendió de la cúpula del **Panteón de París**, utilizando un cable de 1,4 mm de diámetro y 67 metros de largo, una esfera de 28 kg que acababa en punta para trazar sus oscilaciones en la arena esparcida en el suelo.

Péndulo de Foucault en el Panteón de París

El plano de oscilación del péndulo debería permanecer invariable en el espacio si no intervinieran fuerzas externas. Sin embargo, si hacemos oscilar el péndulo se observa después de un tiempo que el plano de oscilación ha girado por lo que se debe deducir que existe una **fuerza transversal**, dicha fuerza es la de **Coriolis** (causada por el hecho de que la Tierra gira).

Problema: máquina de Atwood



El aparato de la figura se denomina *máquina de Atwood* y se utiliza para medir la aceleración debida a la gravedad g a partir de la aceleración de los dos bloques. Suponiendo que la cuerda y la polea tienen masa despreciable y la polea carece de rozamiento, demostrar que la aceleración de cualquiera de los bloques (a) y la tensión (T) de la cuerda son:

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \quad \text{y} \quad T = \frac{2 m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$$