

# Módulo 1: Mecánica Rotación

1

## Movimiento de rotación

En Física distinguimos entre dos tipos de movimiento de objetos:

- Movimiento de traslación (desplazamiento)
- Movimiento de rotación (cambio de orientación respecto a un eje)

Hasta ahora hemos visto el movimiento, y hoy hablaremos sobre rotación.

2

## Movimiento circular

**Velocidad angular  $\omega$ :** Se mide en revoluciones por segundo (rps)

Se define como  $\omega = d\theta/dt$  (variación de la posición angular respecto al tiempo)

En un movimiento circular uniforme,  $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$

**Velocidad tangencial:** Distancia lineal recorrida por segundo (m/s)

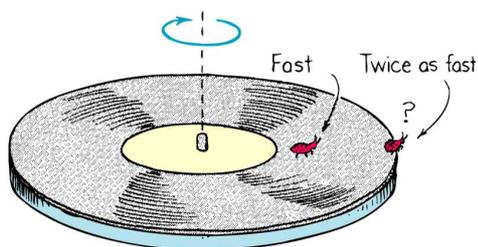
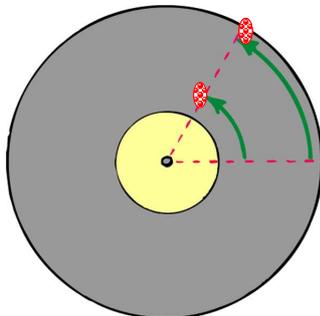
Se relacionan entre ellas por

$$v = r \cdot \omega$$

3

## Movimiento circular

Misma velocidad angular  
Velocidades tangenciales diferentes



4

## Inercia

Ya vimos que la masa da una medida de la inercia para el movimiento lineal.



El momento de inercia o inercia rotacional es un concepto similar para la rotación.



5

## Momento de Inercia

- La primera ley de Newton para el movimiento rotacional:
- Un objeto que gira en torno a un eje tiende a permanecer girando alrededor de ese eje, a menos que interfiera alguna influencia externa
- Los cuerpos que giran tienden a permanecer girando, mientras que los que no giran tienden a permanecer sin girar
- Dicho de otro modo, cuanto mayor es el momento de inercia, más difícil es cambiar el estado de rotación de ese objeto
- Esta propiedad se llama inercia rotacional o **Momento de Inercia**

6

## Momento de Inercia

El momento de inercia (o momento rotacional) depende de:

- La masa del objeto
- La distribución de la masa

Cuanto más lejos esté el grueso de la masa del objeto del eje de rotación, mayor es el momento de inercia.

De hecho, el momento de inercia  $I$  es proporcional a la masa y al cuadrado de la distancia al eje:

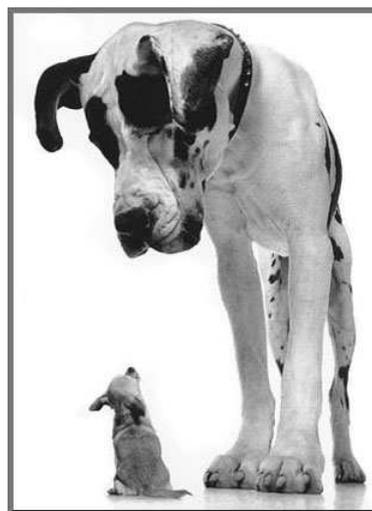
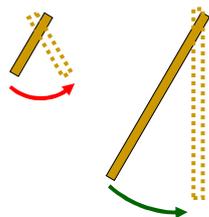
$$I = m \cdot (r)^2$$

7

## Ejemplo: Patas largas

Las patas largas tienen mayor momento de inercia que las cortas.

Por eso los animales con patas más cortas pueden dar pasos más rápidos.



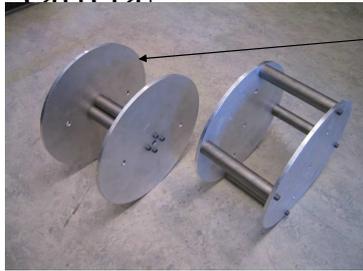
8

## Ejemplo: Una carrera...

Dos sistemas formados por dos discos unidos con varillas

Los dos tienen la misma masa pero uno tiene las varillas más cerca del centro, mientras que el otro las tiene más cerca del borde

Si lanzamos las dos por una rampa, ¿cuál ganará la carrera?

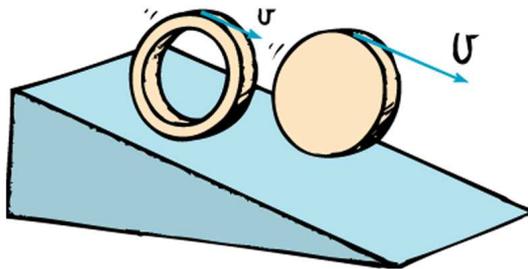


Ganadora, porque tiene menor momento de inercia, y por lo tanto le cuesta menos girar.

9

## Ejemplo: Anillo y disco

¿Quién ganará la carrera, el anillo o el disco macizo?



El anillo tiene mayor momento de inercia (su masa está más separada del eje) por lo que su inercia rotacional es mayor en relación a su masa.

10

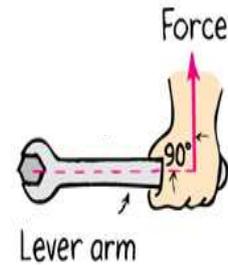
## Momento de una fuerza

Cuando una fuerza provoca una rotación la llamamos **torque, momento de torsión o momento de una fuerza.**

El momento de una fuerza  $\tau$  depende de

- La magnitud de la fuerza  $F$
- La dirección de la fuerza
- La distancia  $r$  entre la fuerza aplicada y el eje de rotación (también se le llama brazo de palanca o *lever arm*)

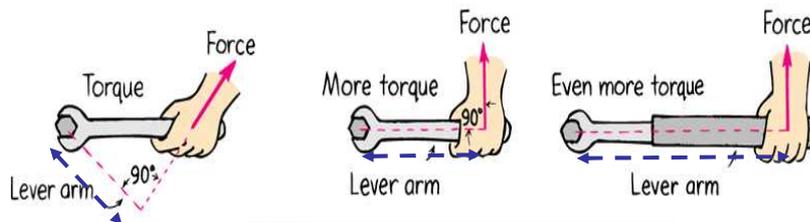
$$\tau = F \cdot r$$



11

## Brazo de palanca

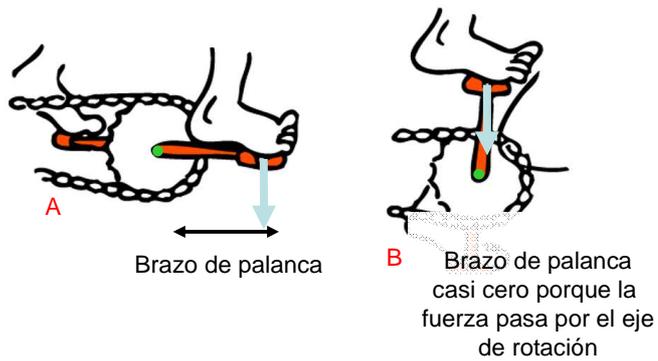
El brazo de palanca (lever arm)  $r$  es la distancia perpendicular desde el eje de rotación a la dirección de la fuerza



12

## Cuestiones sencillas

¿En qué caso se ejerce un mayor torque?

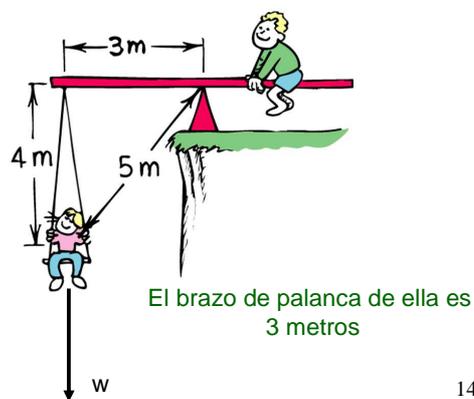
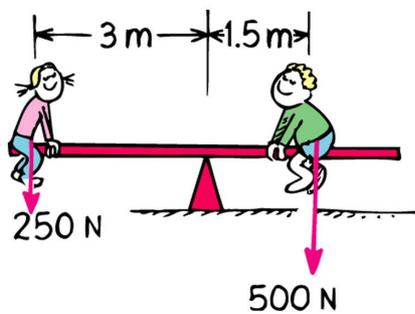


13

## Equilibrio de torques

Diferentes situaciones de equilibrio en relación con los momentos de torsión o torques:

$$(250 \text{ N}) \times (3 \text{ m}) = (500 \text{ N}) \times (1.5 \text{ m})$$

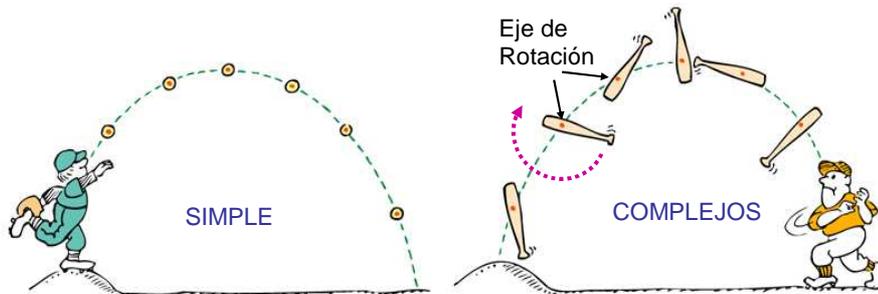


14

## Objetos simples y complejos

Movimiento de objetos simples: Posición

Movimiento de objetos complejos: Posición y Rotación



Se simplifica si usamos el centro de gravedad

15

## Centro de masas/centro de gravedad

La posición promedio de toda la masa que forma un objeto se llama **centro de masas (CM)**.

La posición promedio de toda la distribución del peso se llama **centro de gravedad (CG)**.

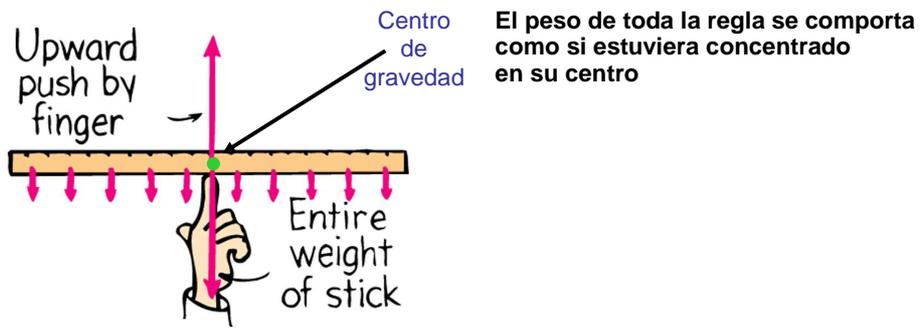
Cuando la gravedad es constante, el peso y la masa son proporcionales, y los dos centros coinciden.

Por eso normalmente se usan de forma indistinta.

16

## Localizando el centro de gravedad

Busca el equilibrio para encontrar el centro de gravedad

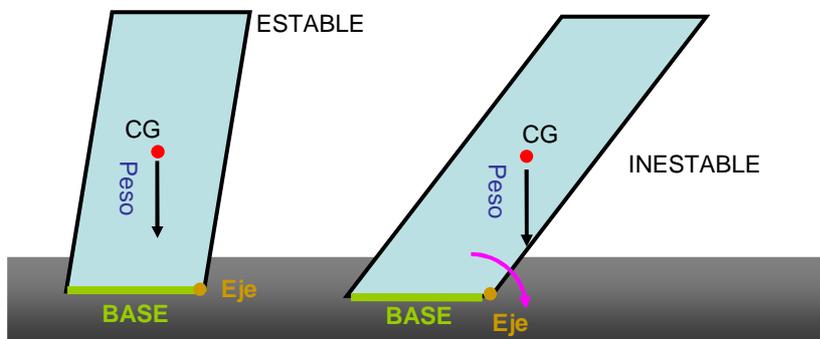


Copyright © 2006 Paul G. Hewitt, printed courtesy of Pearson Education Inc., publishing as Addison Wesley.

17

## Estabilidad

Un objeto está estable si su CG está sobre la base.



18

## Equilibrio y Ballet



19

## Barra de equilibrio

Se tiende a extender los brazos para guardar el equilibrio por dos razones:

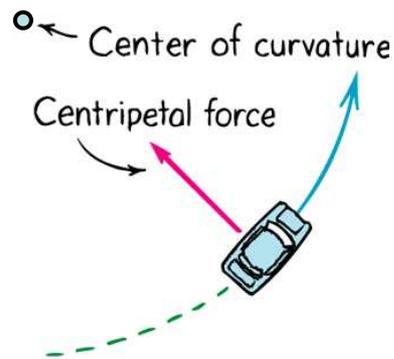
- Aumentar la inercia rotacional para que sea más lenta el cambio de dirección.
- Permitir cambios rápidos del centro de gravedad, para recuperar el equilibrio



20

## Fuerza centrípeta

Cuando un objeto se mueve a lo largo de una trayectoria circular tiene que haber una fuerza sobre ese objeto *que apunta al centro del círculo*.

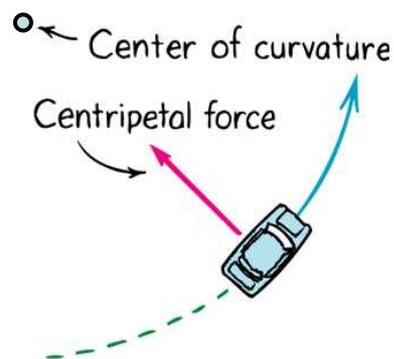


Esta fuerza se llama **fuerza centrípeta**  
Centrípeta quiere decir "hacia el centro"

21

## Fuerza centrípeta

Es decir, la fuerza que produce el movimiento circular con rapidez constante es la fuerza centrípeta

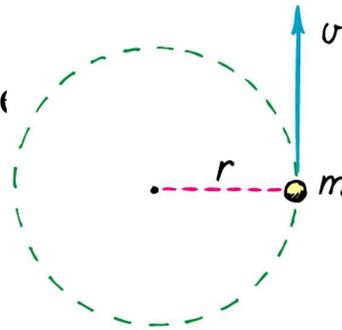


22

## Magnitud de la fuerza centrípeta

La magnitud de la fuerza centrípeta es grande cuando

- La velocidad es grande
- El radio es pequeño
- La masa es grande



23

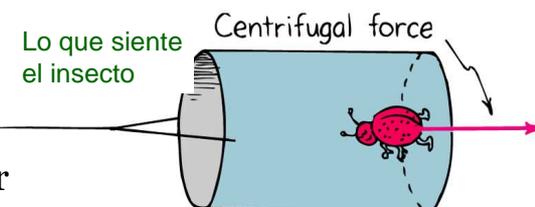
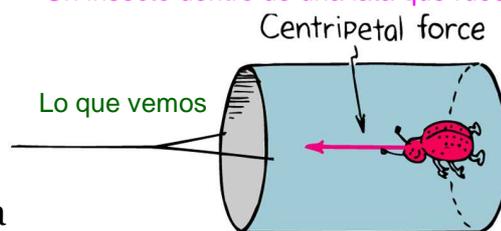
## Fuerza centrífuga

Cuando una fuerza centrípeta actúa sobre un objeto, al objeto le parece que actúa sobre él una fuerza que le empuja hacia afuera.

A esta fuerza aparente se le llama **fuerza centrífuga**.

Centrífuga quiere decir que se aleja del centro

Un insecto dentro de una lata que rueda



24

## Cantidad de movimiento angular o momento angular

Hay dos tipos de momentos:

(Cantidad de movimiento Lineal) =  $p = m \cdot v$

y

(Cantidad de movimiento Angular) =  $I \cdot \omega =$   
(Momento de Inercia) x (velocidad angular)

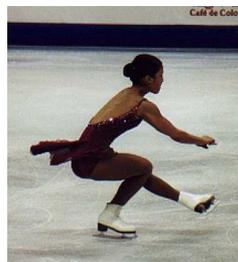
**Principio de conservación para los dos**

25

## Demo: Skater's Spin

Juntando los brazos hacia arriba la patinadora puede disminuir la inercia rotacional (momento de inercia) de su cuerpo

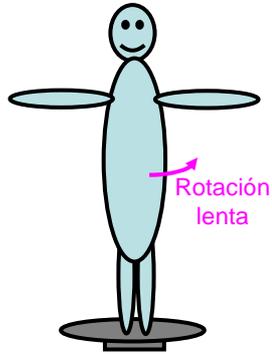
Por la conservación del momento angular, aumenta su velocidad angular (girará más rápido)



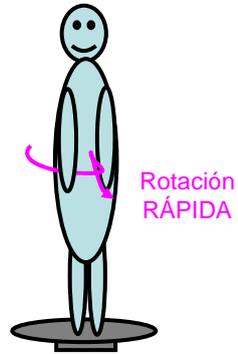
26

## Demo: Skater's Spin

Momento de Inercia GRANDE



Momento de Inercia pequeño



El momento angular es constante por lo que  
(Momento de Inercia) x (Velocidad Angular) permanece constante.

27

## Vídeo

- El universo mecánico – Capítulo 9. El círculo en movimiento

- Parte 1

[http://www.youtube.com/watch?v=neRMaE8\\_mcM&p=D52B7Do336A016D8](http://www.youtube.com/watch?v=neRMaE8_mcM&p=D52B7Do336A016D8)

- Parte 2

<http://www.youtube.com/watch?v=VdhkM1ZHgU8&p=D52B7Do336A016D8>

28