

# Estática y Dinámica

## FIS1513-3

Clase #14

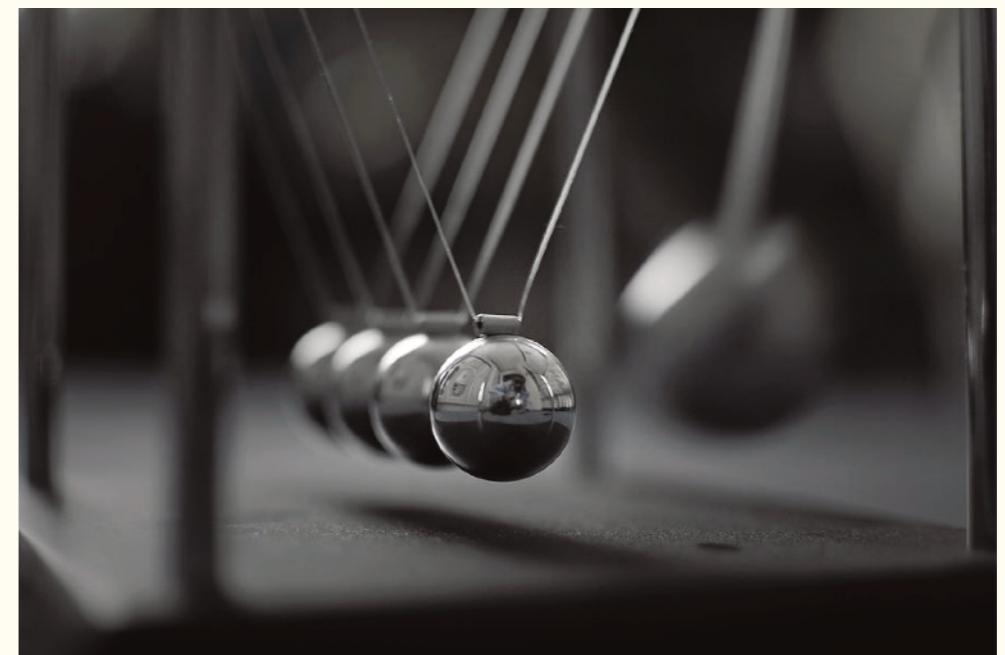
01-10-2018

Trabajo y Energía



# Anuncios

- La i2 es este miércoles 3 de Octubre a las 18.30 hrs
  - Tendré horario de consulta mañana martes de 12.30 a 13.50 en mi oficina
  - Entraré todo el capítulo de Leyes de Newton, y Trabajo y Energía hasta antes de potencia. Noten que esto incluye roce viscoso, mismo si no está en el capítulo 13 del Hibbeler.
- Hoy y el miércoles seguiremos avanzando con trabajo y energía, pero los problemas que haremos servirán un poco de repaso.
- El miércoles muy probablemente hagamos una mini-sesión de cliqueras de trabajo y energía con preguntas tipo prueba
- En base a su retroalimentación, los talleres ahora incluirán 5 minutos de mini-introducción
- Tienen hasta mañana martes 2 de Octubre para ver y recorregir la i1



# Trabajo y Energía

## Kinetics of a Particle: Work and Energy

14

### CHAPTER OBJECTIVES

- To develop the principle of work and energy and apply it to solve problems that involve force, velocity, and displacement.
- To study problems that involve power and efficiency.
- To introduce the concept of a conservative force and apply the theorem of conservation of energy to solve kinetic problems.



In order to properly design the loop of this roller coaster it is necessary to ensure that the cars have enough energy to be able to make the loop without leaving the tracks.

## Capítulo 14 del Hibbeler y 6-7 del Young-Freedman

TRABAJO Y ENERGÍA  
CINÉTICA

6

**METAS DE APRENDIZAJE**

*Al estudiar este capítulo, usted aprenderá:*

- ¿Cuando una arma de fuego se dispara, los gases que se expanden en el cañón empujan el proyectil hacia afuera, de acuerdo con la tercera ley de Newton, el proyectil ejerce tanta fuerza sobre los gases, como éstos ejercen sobre aquél. ¿Sería correcto decir que el proyectil efectúa trabajo sobre los gases?

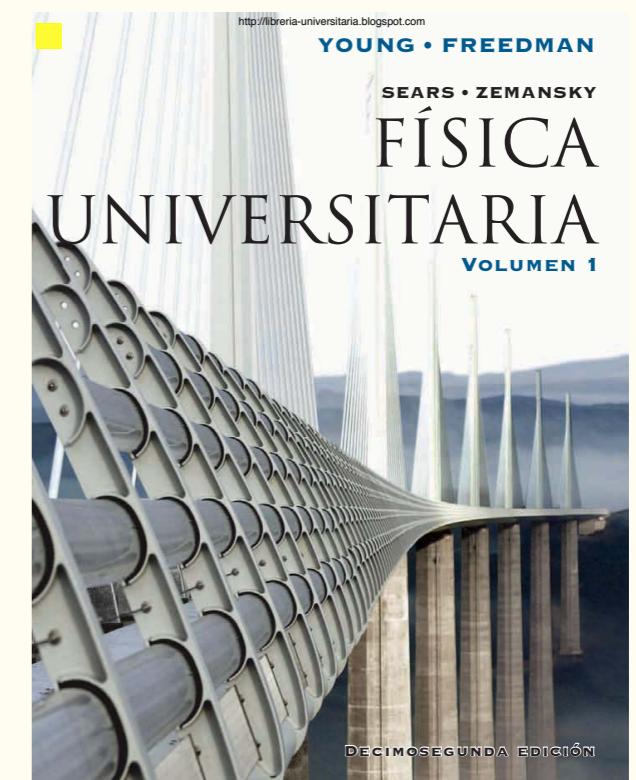
ENERGÍA POTENCIAL  
Y CONSERVACIÓN  
DE LA ENERGÍA

7

**METAS DE APRENDIZAJE**

*Al estudiar este capítulo, usted aprenderá:*

- Mientras este clavadista entra en el agua, la fuerza de gravedad realiza trabajo positivo o negativo sobre él? ¿El agua realiza trabajo positivo o negativo sobre él?



# Recordatorio

Ecuaciones principales que hemos visto hasta ahora:

$$W_{\text{neto}} = \Delta K$$

Para cualquier objeto en cualquier proceso, la suma de los trabajos hechos por todas las fuerzas es igual al cambio de energía cinética

Hay algunas fuerzas llamadas “conservativas” para las cuales el trabajo se puede calcular super fácilmente:

$$W_{\text{cons}} = -\Delta U$$

De esto concluimos que:

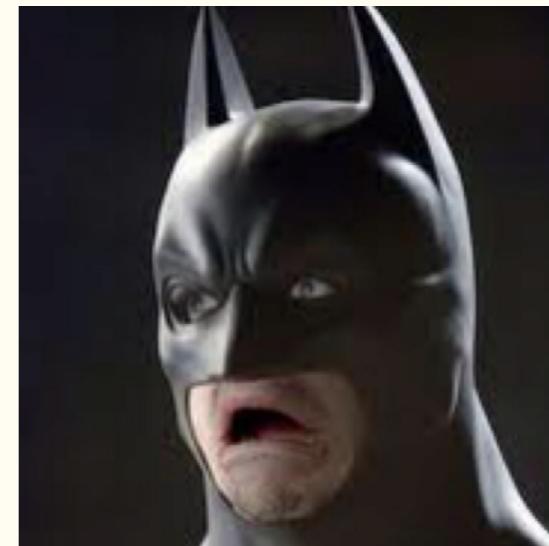
$$W_{\text{no-cons}} = \Delta K + \Delta U$$

Nota importante: si en un problema aparece una fuerza que no se sabe si es conservativa o no, lo más rápido es calcular su trabajo con la integral, mejor que intentar sacar su  $U$ . Por ende, este trabajo debe quedar contabilizado bajo  $W_{\text{no-cons}}$ , mismo si la fuerza resulta ser conservativa.

# ¿Significa que la energía no se conserva?

$$W_{\text{no-cons}} = \Delta K + \Delta U$$

¿Cuando hay fuerzas no-conservativas, significa que la energía no se conserva ya que  $\Delta K + \Delta U$  no es igual a cero?



(¡hasta a Batman le asusta pensar que la energía no se conserve!)

**¡No!**

La energía mecánica no se conserva, pero la energía total sí.

Lo que pasa es que la energía que se pierde en fuerzas no-conservativas se disipa al ambiente, principalmente en forma de **calor**

El roce produce calor



En nuestra ecuación no tomamos en cuenta formas de energía como calor, por lo que pareciera que hay un desbalance.

# ¡Hora de filosofar!



En base a lo que hemos visto hasta ahora, ¿qué es la energía?

Contrariamente a lo que se cree, no es tan fácil dar una definición exacta.

Una definición más o menos correcta sería “**la capacidad para causar cambios**”

Pero la mejor definición que este profe conoce es esta:

**energía = una cantidad que se conserva en cualquier proceso en la naturaleza**

La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma entre sus diferentes tipos o formas

Hasta ahora sólo hemos hablado de energía mecánica, es decir cinética y potencial (gravitatoria y elástica), pero hay otros tipos

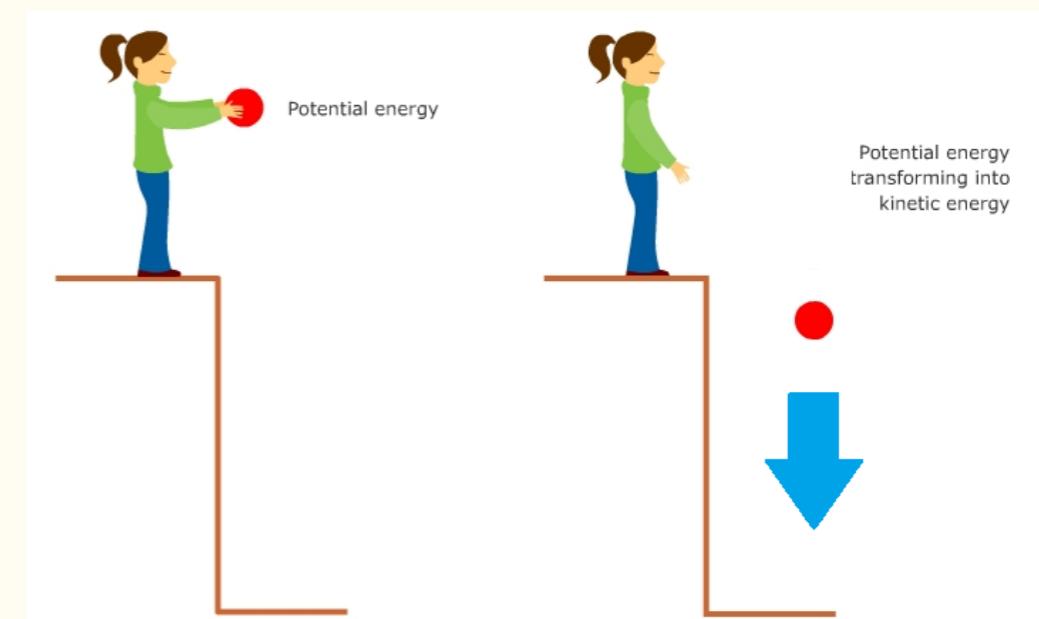
# ¡Hora de filosofar!



Por ejemplo, una pelota tiene energía potencial si se encuentra a cierta altura sobre el suelo, ya que en ese caso la fuerza de la gravedad está lista para hacer trabajo sobre ella tan pronto te suelte.

Otra pregunta... ¿por qué se le llama a U “energía potencial”?

Esto es porque, debido a la posición en la que un objeto se encuentra, hay alguna fuerza que está dispuesta (que tiene el potencial) para hacer trabajo sobre él



Otra forma de verlo: una partícula tiene energía potencial si al soltarla del reposo se mueve.

# ¡Hora de filosofar!



Una última pregunta para terminar... ¿por qué se les llama a las fuerzas cuyo trabajo es independiente de la trayectoria fuerzas “conservativas”?

¿Por qué no llamarles con otro nombre, como “fuerzas bacanes”?

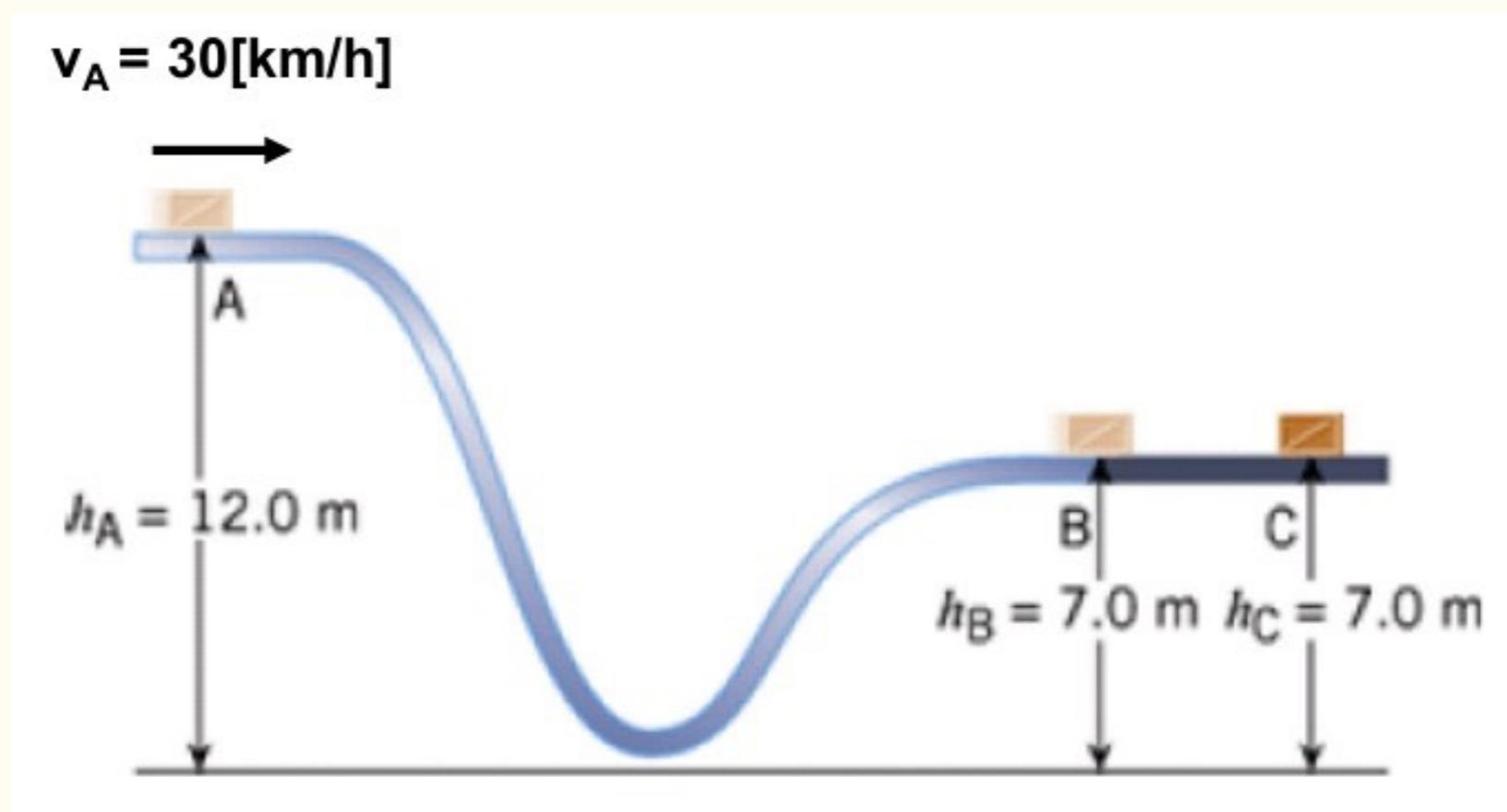
La respuesta es que las fuerzas conservativas conservan algo que las fuerzas no-conservativas no: la energía mecánica.

fuerza conservativa = fuerza que conserva energía mecánica

# Ejemplo #1

(No en los libros)

En el tramo A-B de la pista mostrada en la figura no hay roce, mientras que en el tramo B-C el coeficiente de roce cinético es 0.2. Si un bloque de masa 10kg partiendo desde A con una velocidad de 30km/h se detiene en el punto C, ¿cuál es la distancia entre B y C?



(resolver en pizarra)

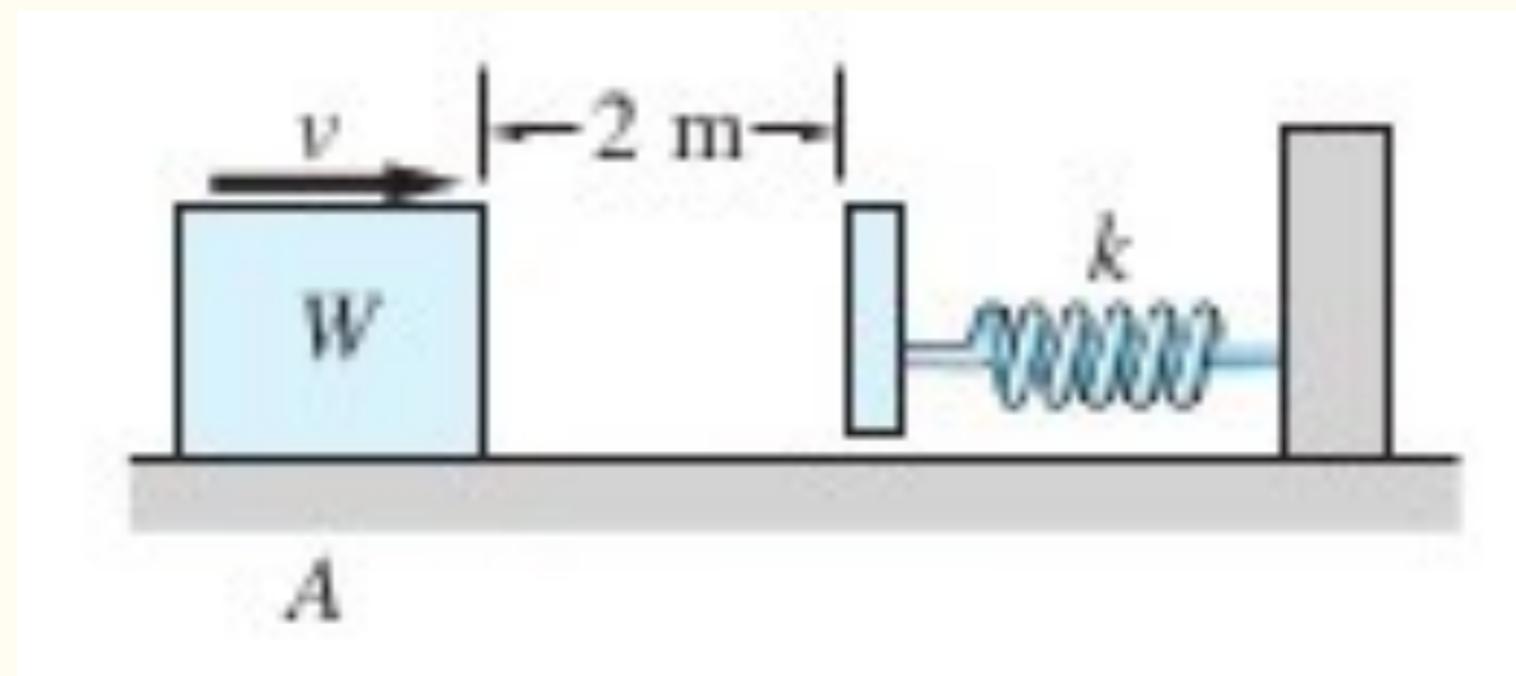
Respuesta: 42.7 m

(Nota: este problema también se puede resolver considerando conservación de energía mecánica desde A hasta B, y luego utilizando Newton + Cinemática de B a C)

## Ejemplo #2

(No en los libros)

Se tiene una caja con peso  $W=40\text{N}$ , que se desliza hacia la derecha sobre la superficie de apoyo. Cuando la caja está en A, su velocidad es  $5\text{m/s}$ . El resorte de constante  $k=200\text{N/m}$  se encarga de detener la caja. Si el coeficiente de roce cinético entre la caja y la superficie es 0.3, determine la fuerza máxima que realiza el resorte. Puede despreciar el peso del plato unido al resorte.



(resolver en pizarra)

Respuesta:  $\vec{F}_e = -92\text{N}\hat{i}$

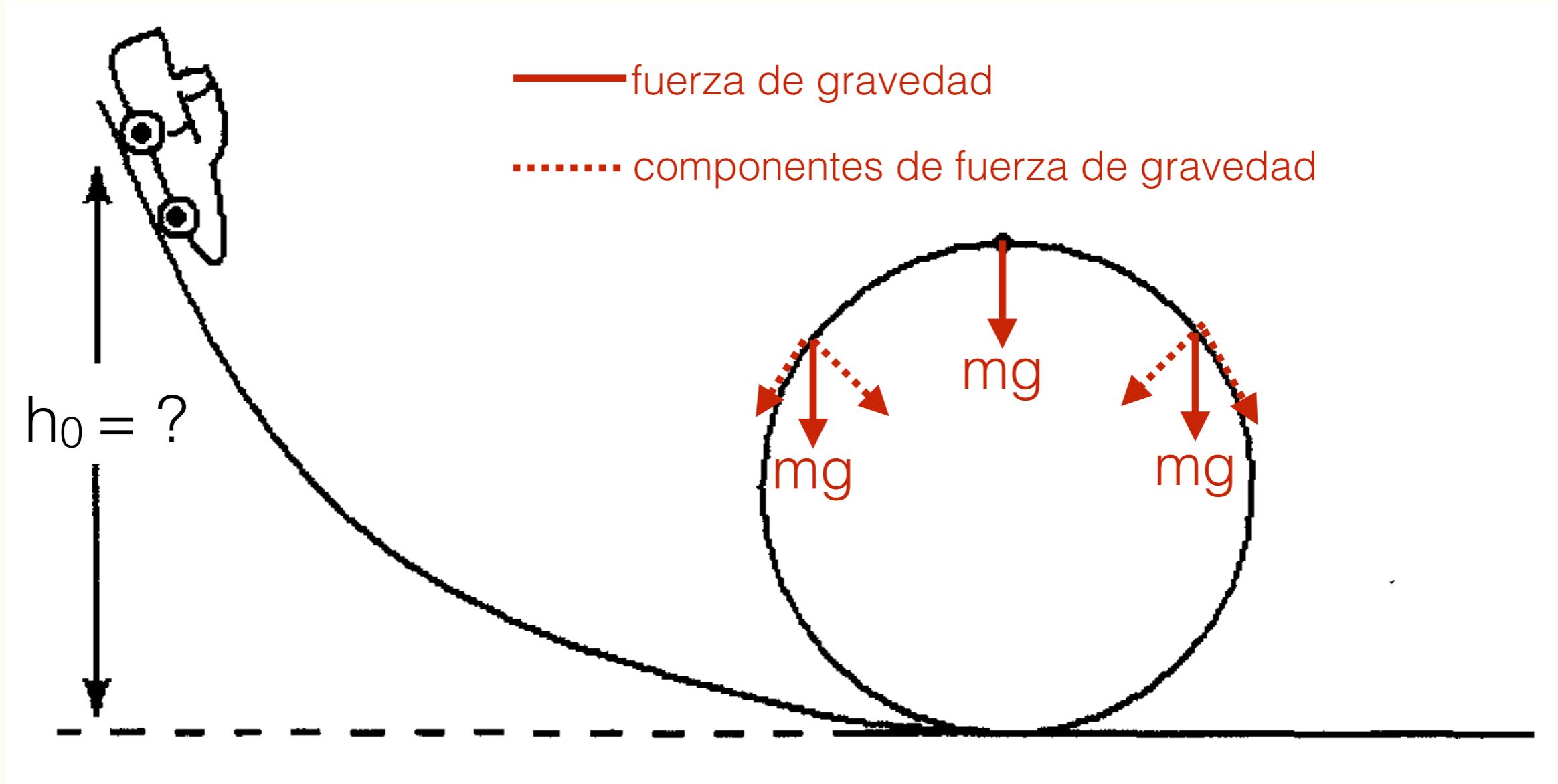
(Nota: si la masa del plato no fuera despreciable habría que usar conservación de momento para la colisión; más sobre eso la próxima semana)

# Ejemplo y Experimento



Utilizando trabajo y energía, así como leyes de Newton, la pregunta es ¿desde qué altura inicial se debe soltar una partícula para que complete un loop circular de radio  $R$  como estos sin caer?

# Entendiendo el Experimento

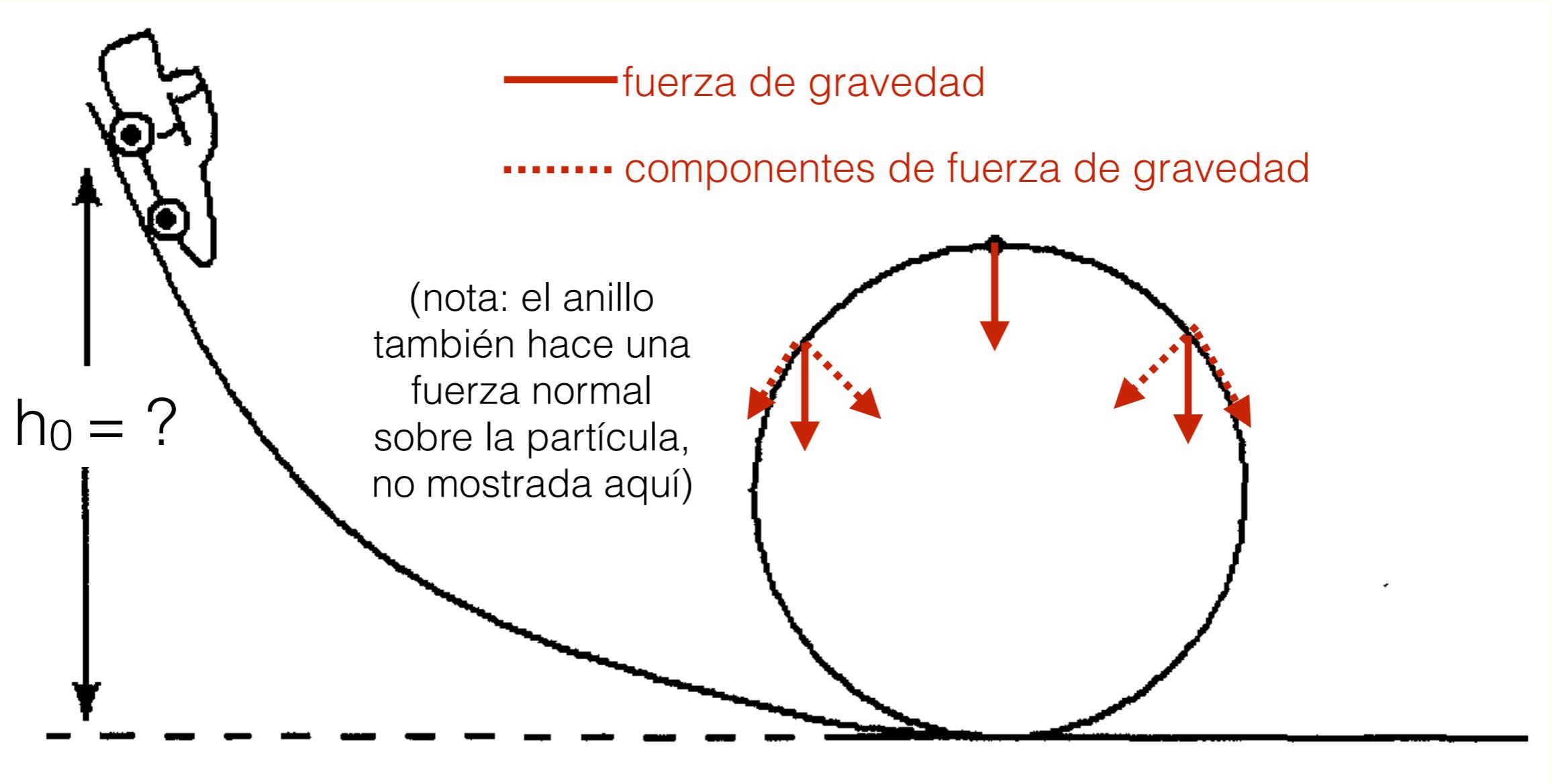


Para movimiento circular, se necesita una aceleración centrípeta ( $mv^2/R$ )

En cada punto, la fuerza de gravedad se puede separar en una componente centrípeta y otra tangencial.

Si la velocidad no es lo suficientemente alta, la gravedad provee mayor fuerza centrípeta de la necesaria para el radio dado, y la partícula cae.

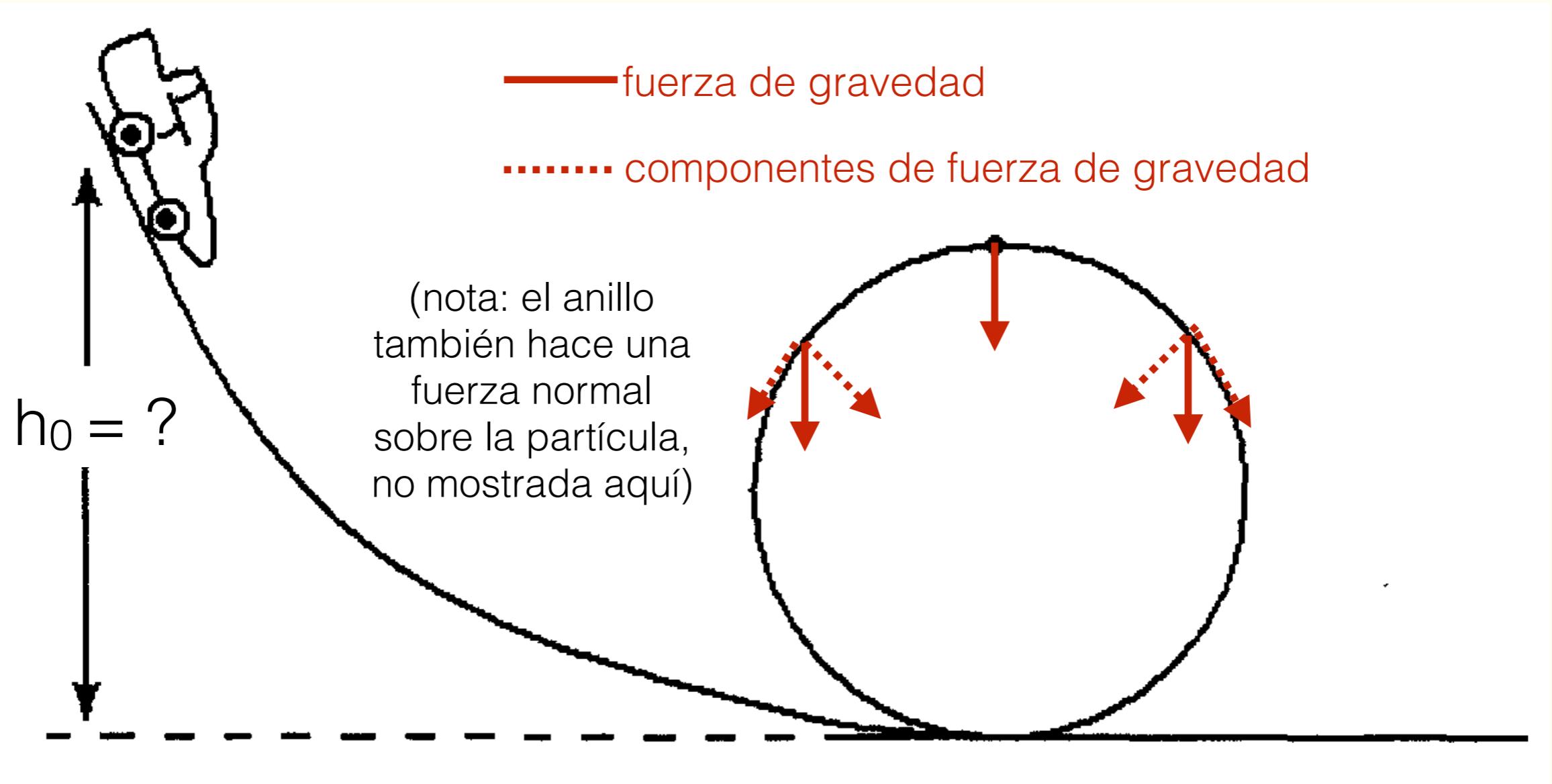
# Entendiendo el Experimento



El punto más crítico es en el punto más alto, donde toda la fuerza de gravedad va en la dirección centrípeta. Por ende, se necesita que en ese punto  **$mv^2/R \geq mg$**  para que el objeto no caiga

Si la partícula viene con mucha velocidad, de tal forma que  $mv^2/R > mg$ , la fuerza normal que hace el anillo sobre la partícula provee la fuerza extra necesaria para completar la fuerza centrípeta requerida

# Entendiendo el Experimento



A partir de esto se puede calcular la altura mínima necesaria para que la partícula complete la vuelta:

Puesto que la condición mínima es que  **$mv^2/R=mg$** , entonces

Y nos queda:

$$h_0 = \frac{5}{2} R$$

$$mgh_0 = \frac{1}{2} mv^2 + mg(2R)$$

$$mgh_0 = \frac{1}{2} mgR + mg(2R)$$

# Trabajo y Energía: Potencia

## Kinetics of a Particle: Work and Energy

14

### CHAPTER OBJECTIVES

- To develop the principle of work and energy and apply it to solve problems that involve force, velocity, and displacement.
- To study problems that involve power and efficiency.
- To introduce the concept of a conservative force and apply the theorem of conservation of energy to solve kinetic problems.

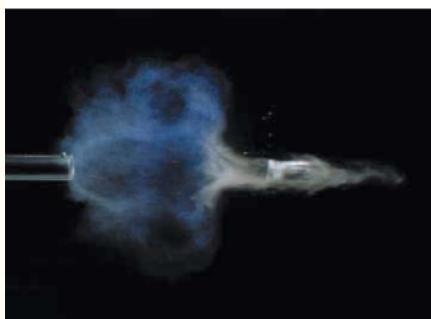


In order to properly design the loop of this roller coaster it is necessary to ensure that the cars have enough energy to be able to make the loop without leaving the tracks.

## Sección 14.4 del Hibbeler y 6.4 del Young-Freedman

### TRABAJO Y ENERGÍA CINÉTICA

6



¿ Cuando una arma de fuego se dispara, los gases que se expanden en el cañón empujan el proyectil hacia afuera, de acuerdo con la tercera ley de Newton, el proyectil ejerce tanta fuerza sobre los gases, como éstos ejercen sobre aquél. ¿Sería correcto decir que el proyectil efectúa trabajo sobre los gases?

### METAS DE APRENDIZAJE

Al estudiar este capítulo,  
usted aprenderá:

- Qué significa que una fuerza efectúe trabajo sobre un cuerpo, y cómo calcular la cantidad de trabajo realizada.
- La definición de energía cinética (energía de movimiento) de un cuerpo, y lo que significa físicamente.
- Cómo el trabajo total efectuado sobre un cuerpo cambia la energía cinética del cuerpo, y cómo utilizar

### ENERGÍA POTENCIAL Y CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

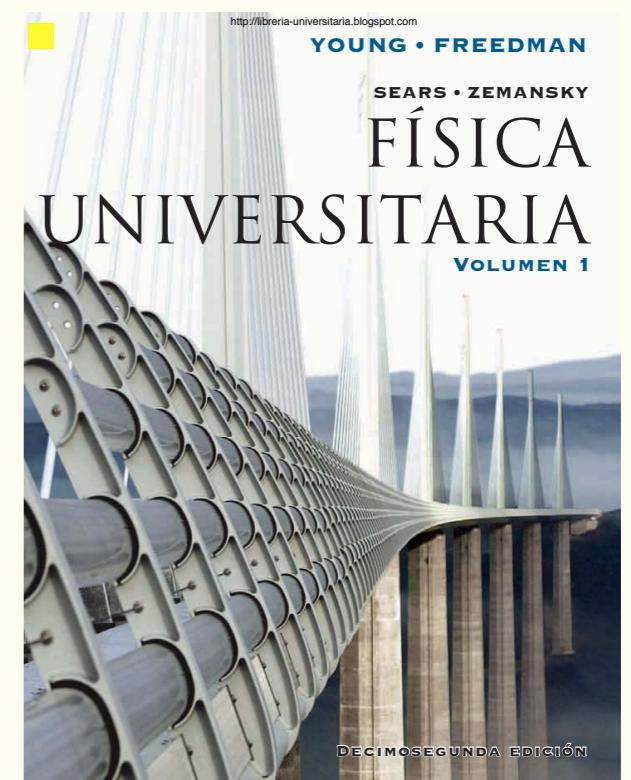


7

### METAS DE APRENDIZAJE

Al estudiar este capítulo,  
usted aprenderá:

- Cómo utilizar el concepto de energía potencial gravitacional en problemas que implican movimiento vertical.
- Cómo utilizar el concepto de energía potencial elástica en problemas que implican un cuerpo en movimiento unido a un resorte estirado o comprimido.
- La distinción entre fuerzas conservativas y no conservativas, y cómo resolver problemas donde ambos tipos de fuerzas actúan sobre un cuerpo en movimiento.
- Cómo calcular las propiedades de una fuerza conservativa conociendo la función de energía potencial correspondiente.



# Potencia

Antes de terminar el capítulo, necesitamos definir el concepto de **potencia**

La definición de trabajo no incluye tiempo. Por ejemplo, uno puede levantar la pesa de 50kg una distancia de 0.5m en 2 segundos o en 10 segundos, y en ambos casos el trabajo hecho es el mismo.



Pero a veces es necesario saber qué tan rápido se hace trabajo.

La tasa de cambio del trabajo respecto al tiempo se llama **potencia**:

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt}$$



Como la velocidad, y la aceleración, la potencia es una cantidad que puede cambiar a cada instante

# Potencia

En el SI, la potencia se mide en Watts (=Joules/segundo)

Por ejemplo, si un microondas consume 800W, significa que consume 800 Joules de trabajo eléctrico cada segundo



A partir de la definición de trabajo, podemos derivar una relación útil para la potencia instantánea:

$$W = \int dW = \int \vec{F} \cdot d\vec{x} \quad \xrightarrow{\text{de donde}} \quad P = \frac{dW}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{x}}{dt}$$

y nos queda:

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

La potencia mecánica instantánea realizada por una fuerza depende de qué tan rápido se está moviendo el objeto en ese instante

# Ejemplo

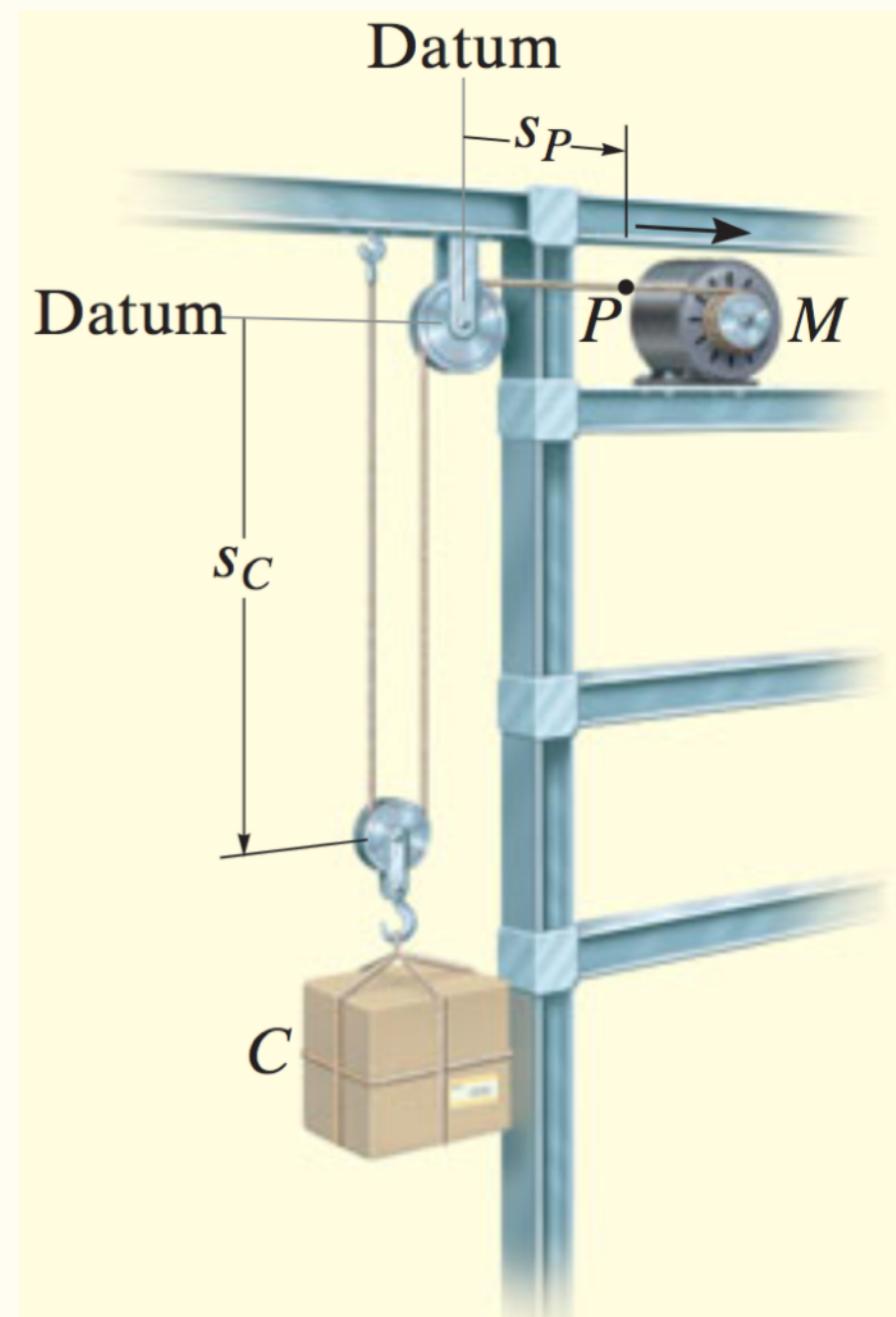
(Hibbeler 14.8, con unidades SI)

El motor M mostrado en la figura levanta la caja C de peso 330N de tal forma que la aceleración en el punto P es de  $1.2\text{m/s}^2$ . Determine la potencia con la que el motor debe ser alimentado en el instante que el punto P tiene una velocidad de  $0.6\text{m/s}$ , asumiendo que el motor tiene una eficiencia de 85%. Puede despreciar cualquier tipo de roce, así como la masa de la cuerda y de las poleas.

(no alcanzó el tiempo para hacer este problema en clase, pero les recomiendo que lo hagan en casa)

Respuesta: 123.6 W

Nota: un motor como estos convierte energía eléctrica en mecánica. La eficiencia es simplemente el cociente del trabajo de salida (mecánico) sobre el trabajo de entrada (eléctrico).



Para calcular la potencia, se puede pensar como si en lugar de motor hubiera una persona sosteniendo el punto P y corriendo hacia la derecha

Próxima clase: más sobre trabajo y energía

