

Estática y Dinámica

FIS1513

Clase #10

10-09-2018

Leyes de Newton

PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA.

^{anno}
Autore ^{Signo & Nomine}
[✓] J S. NEWTON Prof. Trim. Coll. Cantab. Soc. Matheficiorum
Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.
^{et} ~~Regia~~ Societatis presule

IMPRIMATUR.

S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.

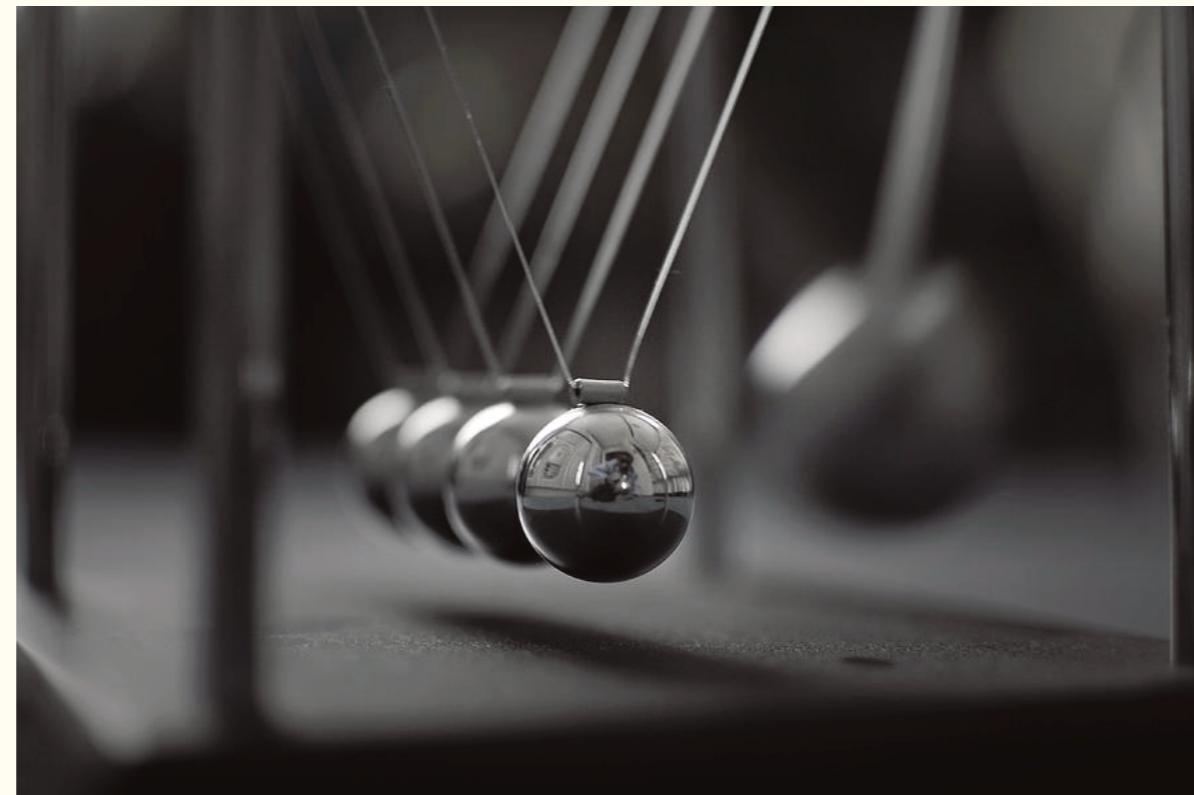
Julij 5. 1686.

LONDINI,

Jussu Societatis Regiae ac Typis Josephi Streater. Prostat apud
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

Anuncios

- Este viernes 14 hay taller normal
- El taller del viernes 21 será opcional
- El miércoles usaremos cliqueras (tal vez hoy si alcanzamos) y comenzaremos trabajo y energía
- Si alguien no es de esta sección y quiere acceso a las diapositivas, envíeme un correo(jpochoa@uc.cl)



Cinética de una Partícula (Leyes de Newton)

Kinetics of a Particle:

Force and Acceleration

13

CHAPTER OBJECTIVES

- To state Newton's Second Law of Motion and to define mass and weight.
- To analyze the accelerated motion of a particle using the equation of motion with different coordinate systems.
- To investigate central-force motion and apply it to problems in space mechanics.



The design of conveyors for a bottling plant requires knowledge of the forces that act on them and the ability to predict the motion of the bottles they transport.

Capítulo 13 del Hibbeler y 4-5 del Young-Freedman

LEYES DEL MOVIMIENTO DE NEWTON



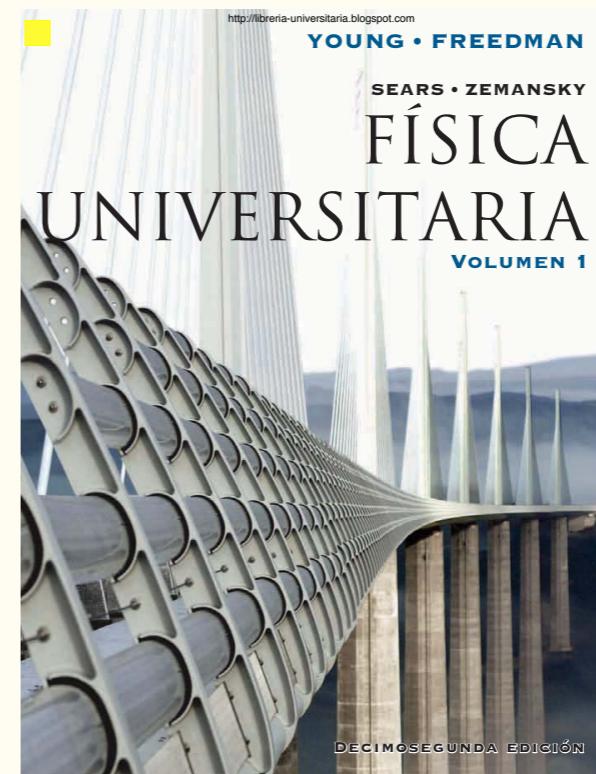
El niño que está de pie empuja al niño que está sentado en el columpio. ¿El niño sentado empuja hacia atrás? Si acaso, ¿empuja con la misma cantidad de fuerza o con una cantidad diferente?

4

METAS DE APRENDIZAJE

Al estudiar este capítulo, usted aprenderá:

- Lo que significa el concepto de fuerza en la física y por qué las fuerzas son vectores.
- La importancia de la fuerza neta sobre un objeto y lo que sucede cuando la fuerza neta es cero.
- La relación entre la fuerza neta sobre un objeto, la masa del objeto y su aceleración.
- La manera en que se relacionan las fuerzas que dos objetos ejercen



Nota: el capítulo 13 del Hibbeler parte asumiendo que ya están familiarizados con las leyes de Newton y los diferentes tipos de fuerzas.

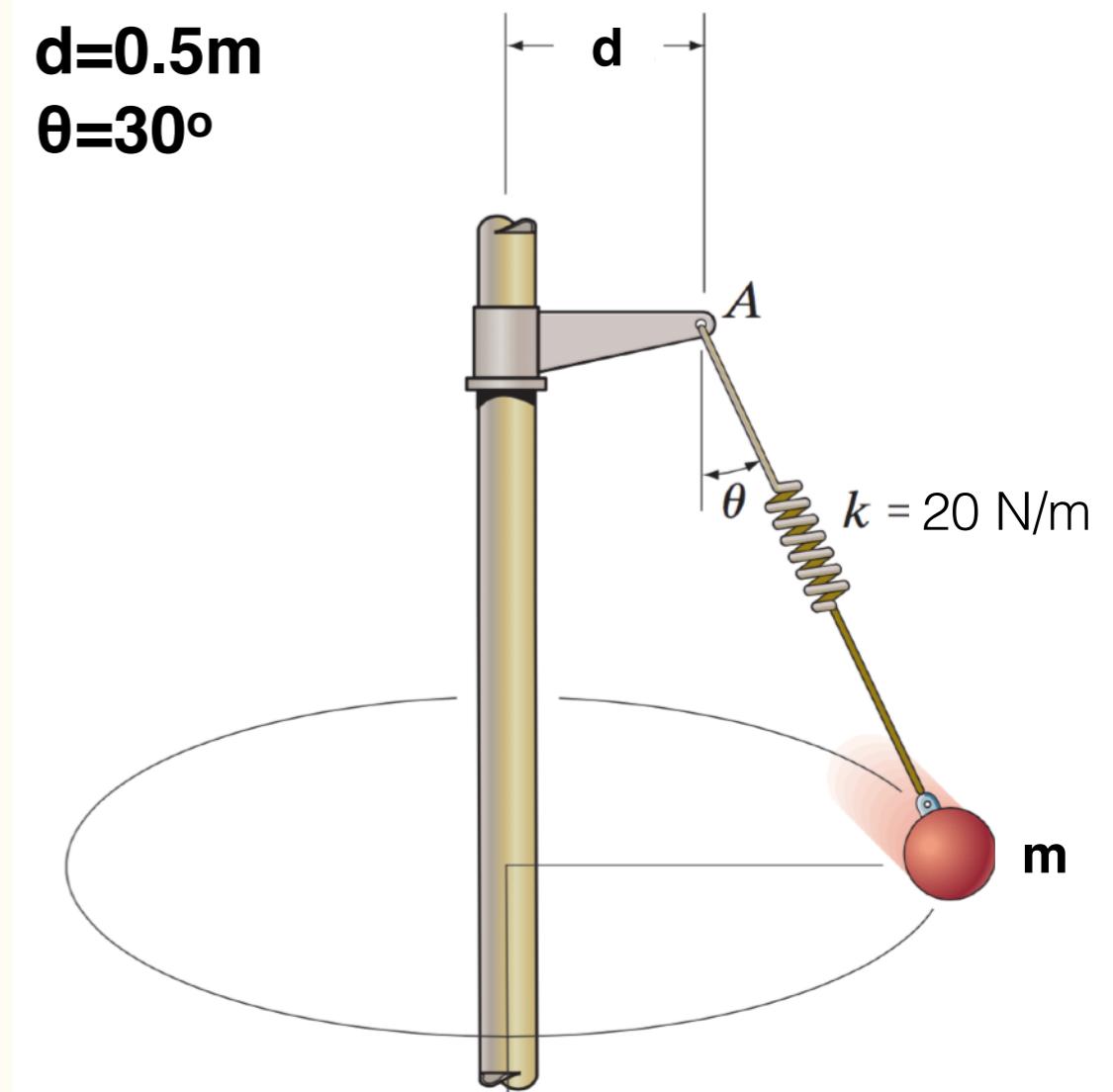
Ejemplo

(Hibbeler 13.60, con unidades SI)

Utilizando el arreglo mostrado en la figura, una bola de masa m se encuentra en movimiento circular con una velocidad tangencial constante de 6m/s. La bola está amarrada a través de un resorte con constante 20 N/m y que sin deformación mide 2m. Determine la longitud que se estira el resorte y la masa de la bola.

$$d=0.5\text{m}$$

$$\theta=30^\circ$$



(resolver en pizarra)

Respuestas: $l=11.7\text{m}$, $m=17.2\text{kg}$

Nos queda un último tema antes de terminar “Leyes de Newton”

Roce viscoso (=resistencia de fluidos)

Sección 5.3 del Young-Freedman



APLICACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON

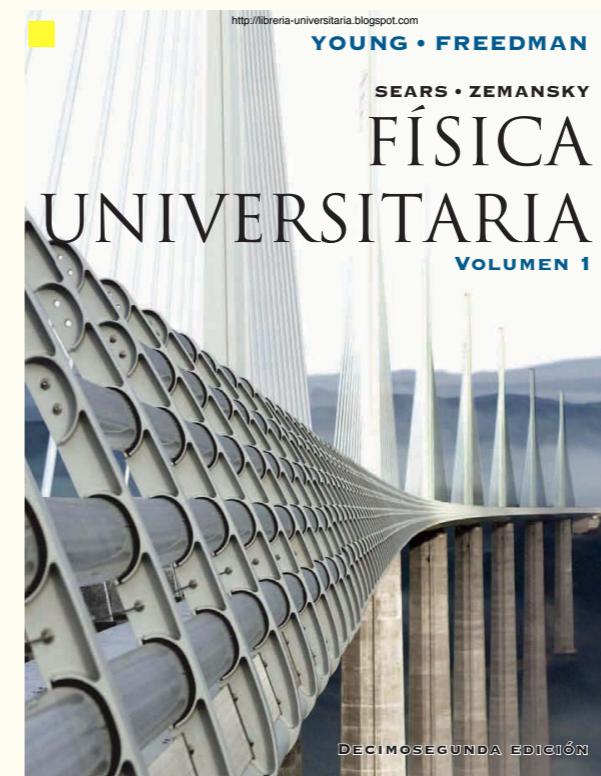
METAS DE APRENDIZAJE

*Al estudiar este capítulo,
usted aprenderá:*

- Cómo usar la primera ley de Newton para resolver problemas donde intervienen fuerzas que actúan sobre un cuerpo en equilibrio.
- Cómo usar la segunda ley de Newton para resolver problemas donde intervienen fuerzas que actúan sobre un cuerpo en aceleración.
- La naturaleza de los diferentes

?

Suponga que el ave que vuela entra en una corriente de aire que asciende con rapidez constante. En esta situación, ¿qué tiene mayor magnitud: la fuerza de gravedad o la fuerza ascendente del aire sobre el ave?



Roce Viscoso

Hasta ahora hemos visto roce entre sólidos, pero también puede existir entre fluidos y sólidos.

Es imprescindible tomar en cuenta el roce con el aire al momento de diseñar aviones y autos.

El roce con el aire también afecta grandemente la velocidad de caída de un paracaidista, por ejemplo.



El roce se debe a que el sólido debe desplazar las moléculas de fluido al avanzar y pierde energía al hacerlo

Roce Viscoso

¿Cómo modelar el roce de un sólido con algún fluido?

Las observaciones empíricas muestran lo siguiente:

$$f_{\text{bajas velocidades}}^{\text{roce}} = kv$$

$$f_{\text{altas velocidades}}^{\text{roce}} = Dv^2$$

(k y D son constantes; a bajas velocidades el roce es proporcional a la velocidad, y a altas velocidades el roce es proporcional al cuadrado de la velocidad)

Ejemplo de “altas velocidades”



Ejemplo de “bajas velocidades”



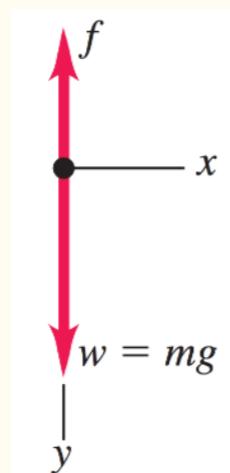
Roce Viscoso a Bajas Velocidades

Consideremos un objeto que se deja caer en un fluido a bajas velocidades, como una piedra en un lago



Una vez en el agua, el diagrama de fuerzas queda:

Notese que tomamos la dirección positiva hacia abajo



La 2da Ley de Newton en la dirección y queda:



$$\sum F_y = mg - kv_y = ma_y$$

Pero $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ por lo que la ecuación nos queda $mg - kv_y = m \frac{dv_y}{dt}$

Experimento



Recomiendo el video “Tablecloth Chaos - Mythbusters for the Impatient”

<https://www.youtube.com/watch?v=IK1ci50DUgc>

Nótese que en el experimento de hoy no hicimos trampa. ¡Es puro Newton!

Sobre el Experimento



En internet circuló un video en el que supuestamente el papa hacía esto.... pero es falso:

https://www.youtube.com/watch?v=ABy_1sL-R3s

Roce Viscoso a Bajas Velocidades

La ecuación anterior es una ecuación diferencial que podemos reescribir como:

$$\frac{mg}{k} - v_y = \frac{m}{k} \frac{dv_y}{dt}$$

La podemos resolver fácilmente separando las variables e integrando:

$$\int_0^{v_y} \frac{dv_y'}{v_y' - \frac{mg}{k}} = -\frac{k}{m} \int_0^t dt'$$

Nos queda:

$$\ln \left(\frac{v_y - \frac{mg}{k}}{-\frac{mg}{k}} \right) = -\frac{k}{m} t \longrightarrow 1 - \frac{k}{mg} v_y = e^{-\frac{k}{m} t} \longrightarrow v_y = \frac{mg}{k} \left(1 - e^{-\frac{k}{m} t} \right)$$



(Nota: estamos asumiendo que el niño suelta la piedra justo en la superficie del agua o dentro del agua, es decir que su velocidad inicial en el medio es 0)

Roce Viscoso a Bajas Velocidades

¿Algo interesante sobre este resultado?

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_y = \frac{mg}{k}$$

¡La velocidad no puede pasar de un cierto límite!

A esta velocidad se le llama “velocidad terminal”, y está dada por: $v_t = \frac{mg}{k}$

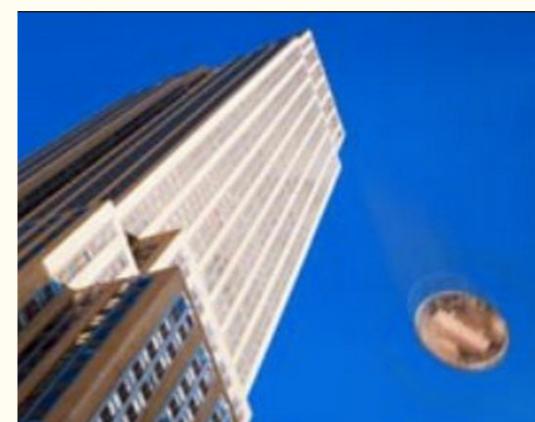
En realidad esto es bastante lógico. La velocidad terminal se alcanza cuando la fuerza de roce se vuelve igual al peso:

$$mg = kv_t \longrightarrow v_t = \frac{mg}{k}$$

No es necesario resolver
la ecuación diferencial
para obtener la
velocidad terminal!

¿En la vida real se observa que los objetos que se aceleran en un fluido tengan una velocidad terminal?

¡SÍ!

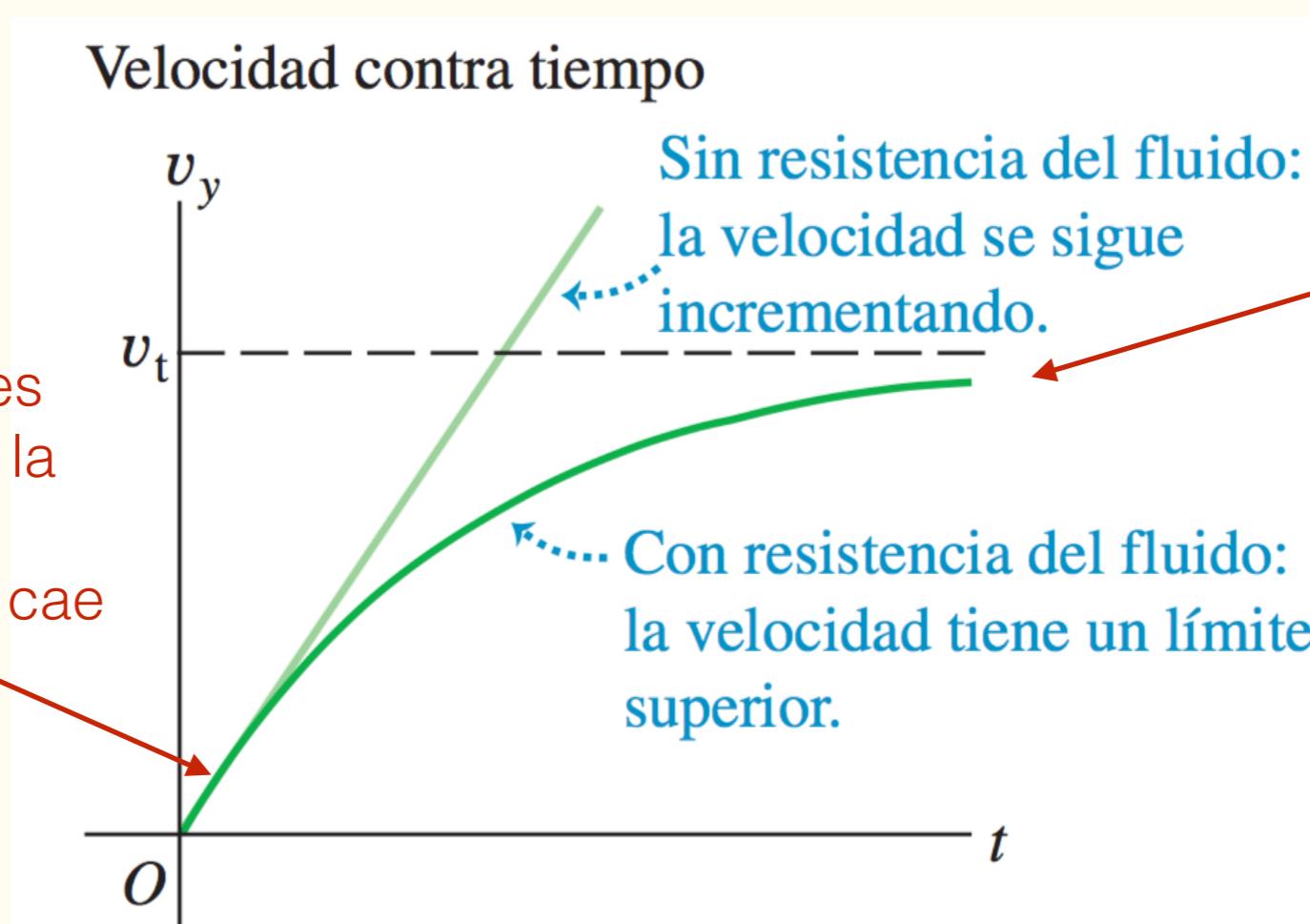


Roce Viscoso a Bajas Velocidades

¿Cómo se ve entonces la gráfica de la velocidad vs. tiempo?

Cuando la velocidad es todavía muy pequeña, la fuerza de roce es despreciable y el objeto cae como en el vacío

$$v_y(t) \approx gt$$

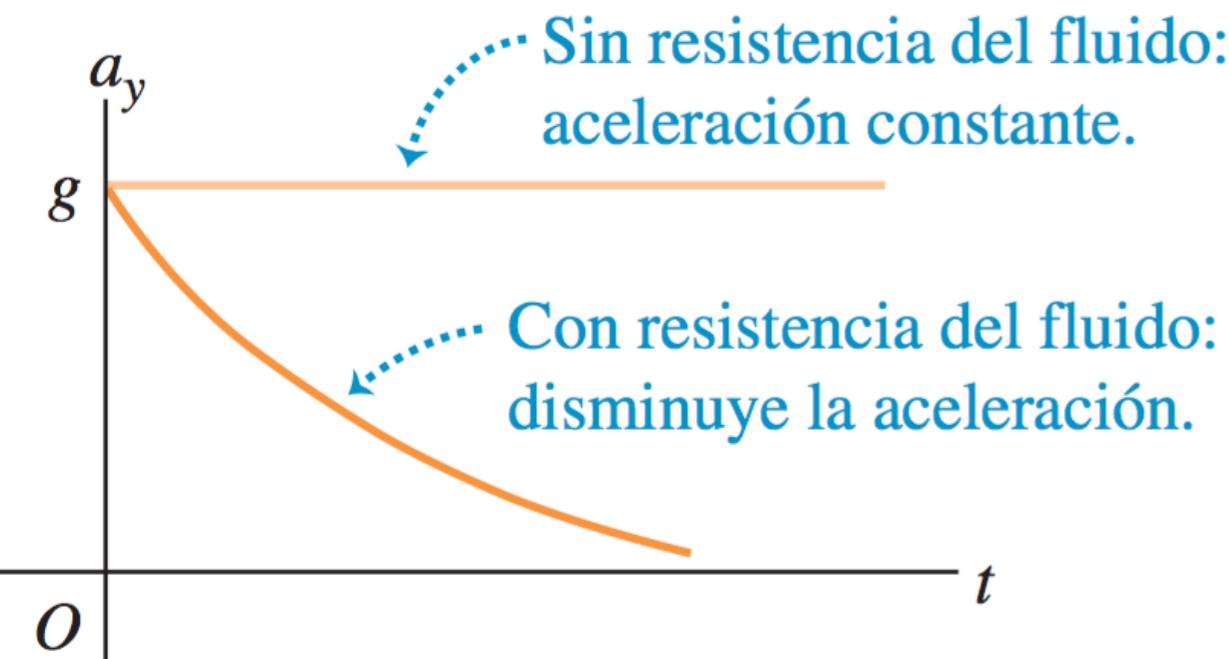


Pero cuando la velocidad ya ha alcanzado un cierto valor, el roce es prácticamente igual al peso y la velocidad no sube más

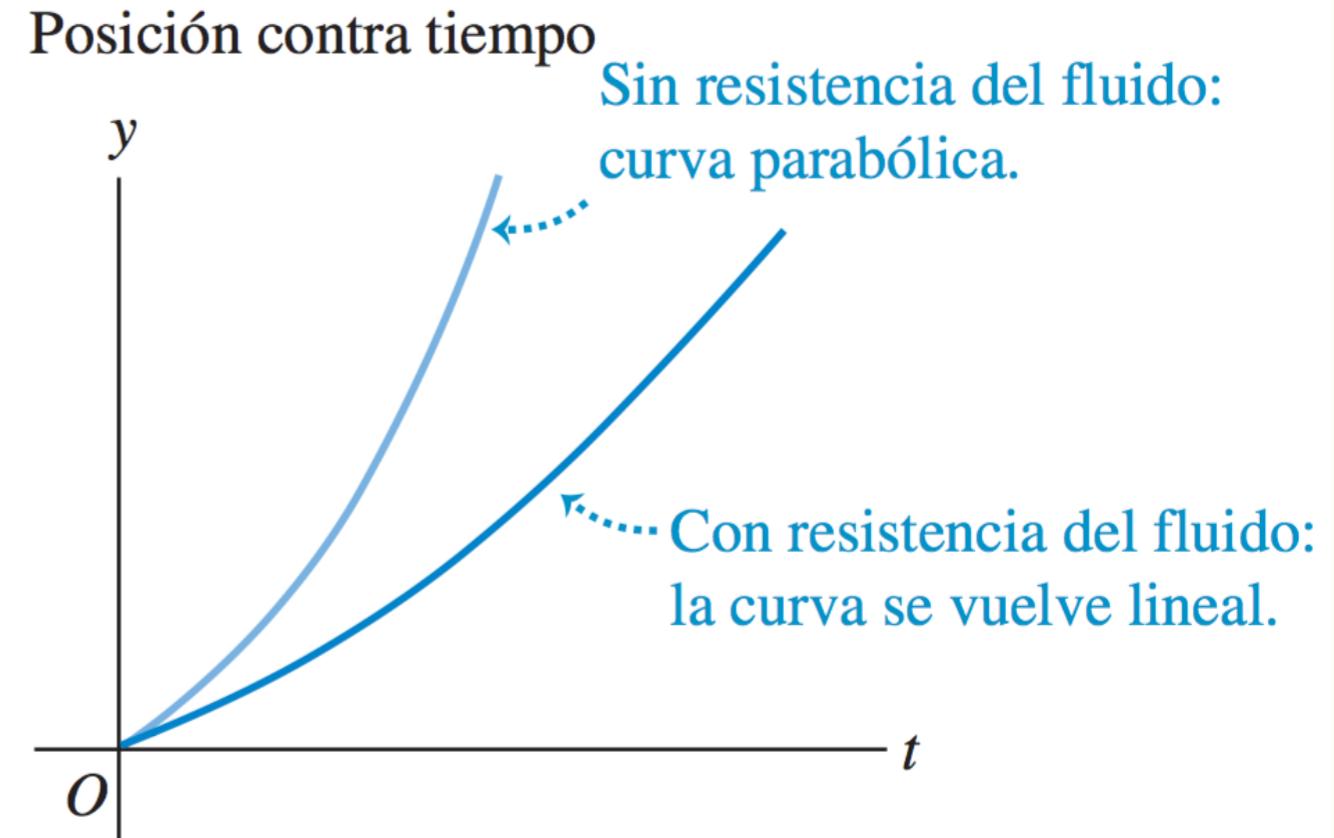
Roce Viscoso a Bajas Velocidades

¿Cómo se ven las gráficas de la aceleración y la posición vs. el tiempo?

Aceleración contra tiempo



Posición contra tiempo



Roce Viscoso a Altas Velocidades

Podemos aplicar el mismo razonamiento al caso de altas velocidades:

La ecuación diferencial queda: $mg - Dv_y^2 = m \frac{dv_y}{dt}$

Es un poco más difícil de resolver, aunque se puede hacer (ver siguiente problema). Podemos calcular la velocidad terminal muy fácilmente:

La velocidad terminal se alcanza cuando el peso es igual a la fuerza de roce:

$$mg = Dv_t^2 \longrightarrow v_t = \sqrt{\frac{mg}{D}}$$

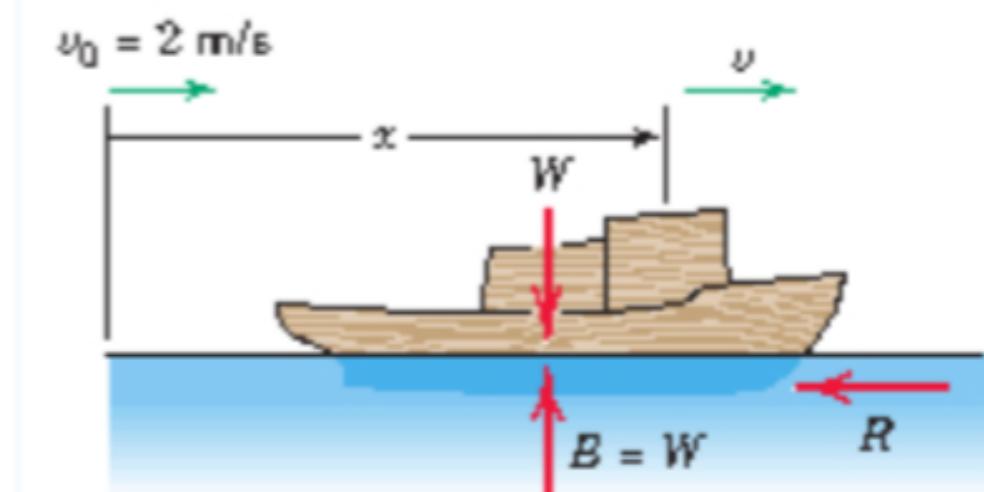
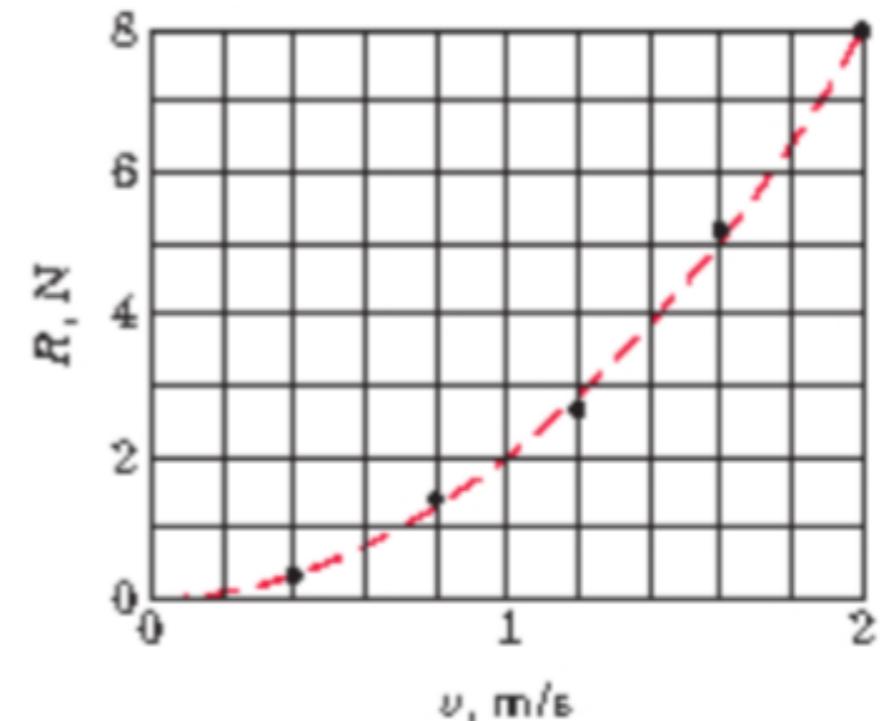
Velocidades terminales de algunos objetos comunes:

VELOCIDAD LÍMITE DE ALGUNOS OBJETOS	
OBJETO	VELOCIDAD (m/s)
Paracaidista con paracaídas cerrado	60
Pelota de tenis	42
Balón de baloncesto	20
Granizo	14
Pelota de ping-pong	9
Gota de lluvia (15mm de radio)	7
Paracaidista con paracaídas abierto	5

Ejemplo

(No en libros)

Un modelo a escala de un barco de 10kg de masa está siendo probado en un tanque experimental para determinar su resistencia al movimiento en aguas con distintas velocidades. Los resultados de las pruebas se muestran en la figura, donde se ve que la fuerza de roce es proporcional al cuadrado de la velocidad. Si el modelo es liberado cuando su rapidez es 2m/s, determine el tiempo necesario para que se reduzca su rapidez a 1 m/s y la correspondiente distancia recorrida.



(resolver en pizarra)

Respuestas: $t=2.5\text{s}$; $d=3.47\text{m}$

Próxima clase: más leyes de Newton

