Universidad de Buenos Aires - Exactas
departamento de física

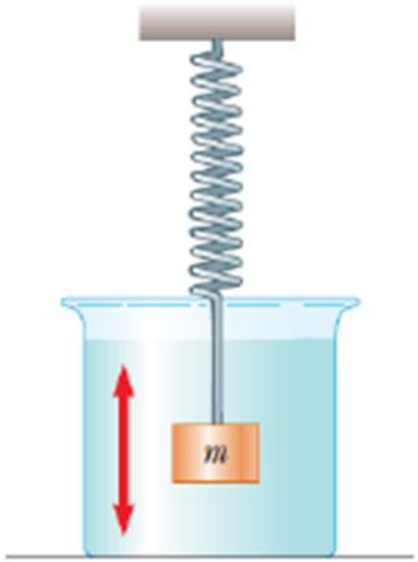
Laboratorio 1

Movimiento Oscilatorio Amortiguado
Coeficiente de amortiguamiento viscoso

Lucía Famá, Mónica Agüero,
Marcos Wappner, Ayelen Santos,
Franco Eskinazi, Román Schiaffino

Objetivos de la clase de hoy

Estudiar un Movimiento Oscilatorio Amortiguado en un sistema Resorte-Masa



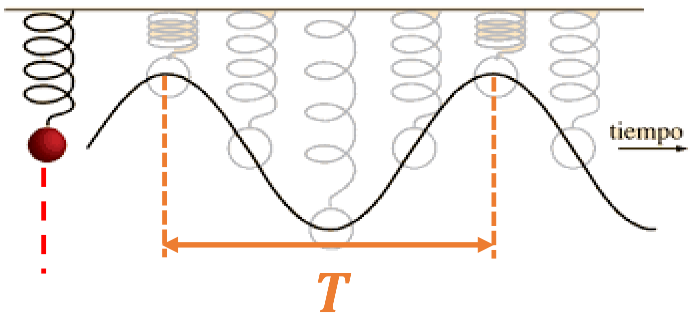
Determinar el **Coeficiente de amortiguamiento viscoso (β)**, empleando diferentes modelos del método de cuadrados mínimos

Estudiar un Movimiento Oscilatorio Amortiguado ….
LA VIDA MISMA

¿Qué vimos la clase pasada?

Movimiento Armónico Simple (MAS)

$\boldsymbol{F(t)}$



2da Ley de Newton

$$w_0^2$$

$$-\frac{k}{m}x = \ddot{x}$$

$$\boxed{F(t) = A\,cos(w_0 t + \emptyset)}$$

A: $Amplitud$

$\emptyset$: $Fase$

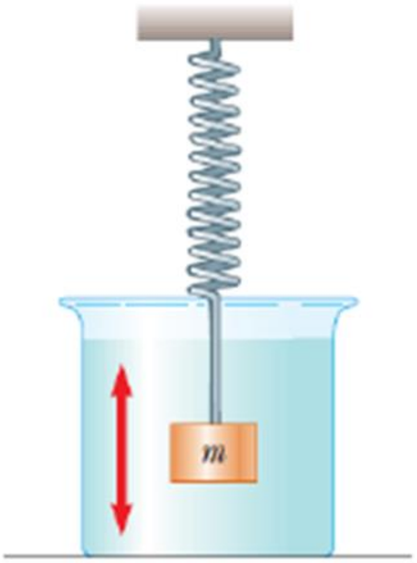
$$\boxed{{w_0}^2 = \frac{k}{m}}$$

¿Ocurre esto en la experiencia cotidiana?

Fuerza viscosa o de fricción

La fuerza viscosa o fricción viscosa aparece cuando un objeto sólido se mueve en el seno de un fluido

- Proporcional a la velocidad
- Sentido contrario a esta
- Se opone al movimiento



Fuerza viscosa o de ficción

$$\boxed{F_f = -\beta v}$$

Coeficiente de amortiguamiento viscoso

Velocidad del objeto

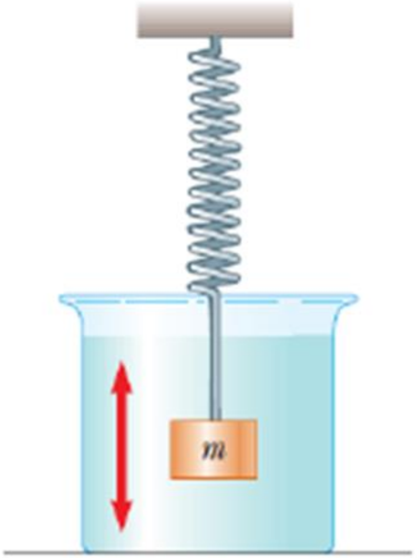
Oscilaciones Amortiguadas

DETERMINAR EL coeficiente de amortiguamiento viscoso (β) EN UN SISTEMA AMORTIGUADO

2da Ley de Newton

$$-kx - \beta\dot{x} = m\ddot{x} \rightarrow -\underbrace{\frac{k}{m}}_{w_0^2}x - \underbrace{\frac{\beta}{m}}_{2\lambda}\dot{x} = \ddot{x}$$

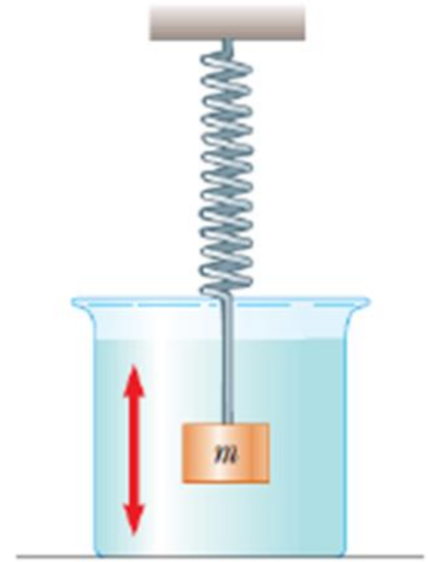
$$\boxed{\lambda = \frac{\beta}{2m}}$$



Oscilaciones Amortiguadas

2da Ley de Newton

$$-kx - \beta\dot{x} = m\ddot{x} \rightarrow -\overset{w_0^2}{\frac{k}{m}}x - \overset{2\lambda}{\frac{\beta}{m}}\dot{x} = \ddot{x}$$



$$\boxed{\lambda = \frac{\beta}{2m}}$$

$$w_0^2 x + 2\lambda\dot{x} + \ddot{x} = 0 \Rightarrow \boxed{x(t) = a\,e^{-\lambda t}cos(wt + \emptyset)}$$

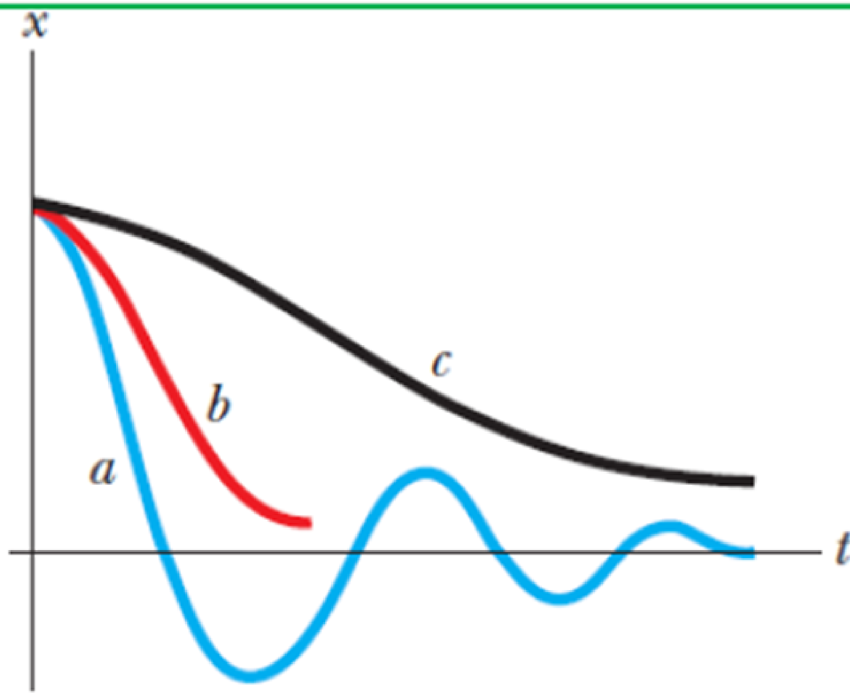
$$\boxed{w = \sqrt{w_0{}^2 - \lambda^2} \quad (1)}$$

$$\boxed{F(t) = A\,e^{-\lambda t}cos(wt + \emptyset) \quad (2)}$$

Tres casos, dependiendo de los valores de los parámetros

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \lambda^2}$$

a- Si $\lambda < \omega_o$ el sistema está subamortiguado $\rightarrow$ oscila



b- Si $\lambda = \omega_o$ el sistema está **críticamente amortiguado**

c- Si $\lambda > \omega_o$ el sistema está **sobreamortiguado**

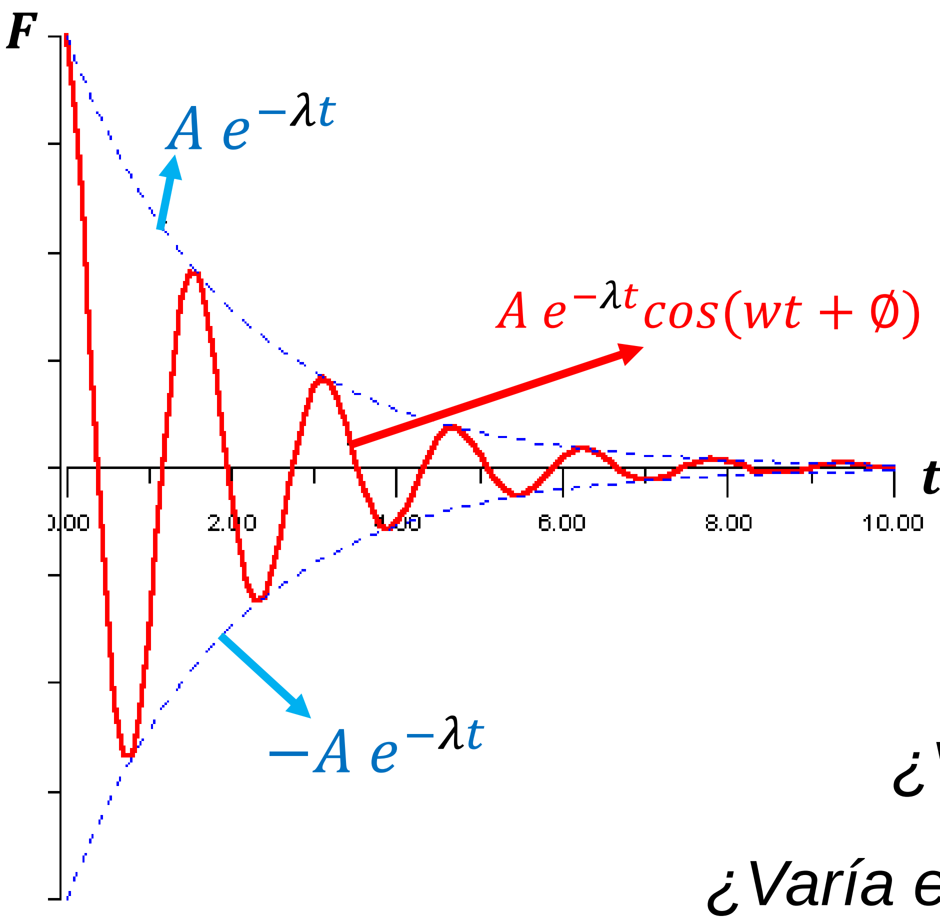
No oscila

Oscilaciones Amortiguadas

$F(t) = A\, e^{-\lambda t} cos(wt + \emptyset)$ (2)

$Si\ \lambda < w_0$

Sistema SUBAMORTIGUADO



- Amplitud decae exponencialmente
- Período constante, independiente de la amplitud.

¿Varía la Amplitud?

¿Varía el período de oscilación?

EXPERIMENTO

DETERMINAR el coeficiente de amortiguamiento viscoso (β) EN UN SISTEMA AMORTIGUADO

A partir de medir F(t) para 1 masa y empleando

3 modelos diferentes del método de cuadrados mínimos

EXPERIMENTO

DETERMINAR el coeficiente de amortiguamiento viscoso (β) EN UN SISTEMA AMORTIGUADO

1 **A partir del Gráfico de $\boldsymbol{F(t)}$ y un modelo No lineal.**

$$F(t) = A\,e^{-\lambda t} cos(wt + \emptyset) + F_0$$

- ❑ *Muchos parámetros*
- ❑ *Sensible a las condiciones iniciales*
- ❑ *Hay que incorporar parámetros iniciales*

F_0: Fuerza en el equilibrio

$A,\ w, \emptyset, F_0$: parámetros libre

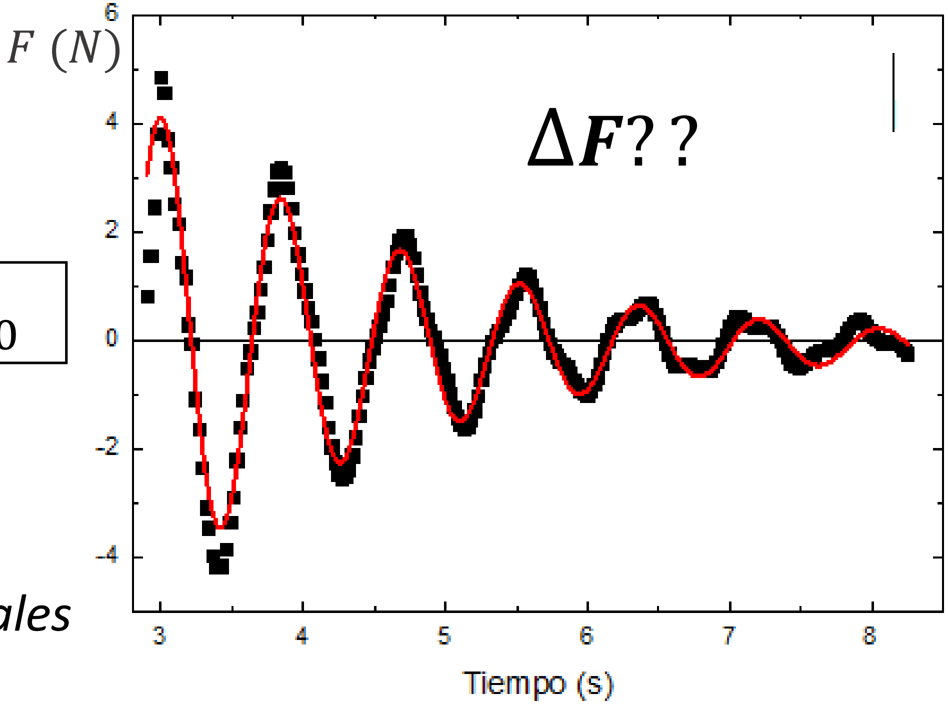
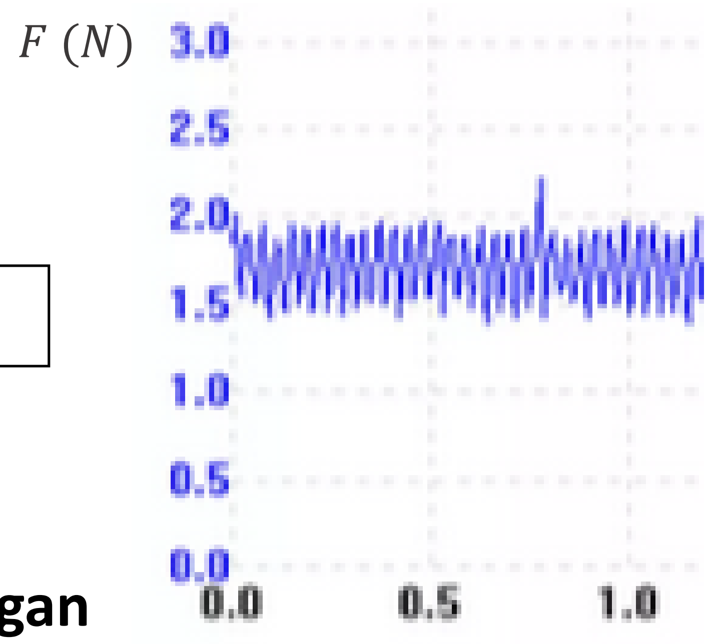


Gráfico de RESIDUOS!!

EXPERIMENTO

DETERMINAR el coeficiente de amortiguamiento viscoso (β) EN UN SISTEMA AMORTIGUADO

1 **A partir del Gráfico de $\boldsymbol{F(t)}$ y un modelo No lineal.**



$$F(t) = A\, e^{-\lambda t} cos(wt + \emptyset) + F_0$$

$\Delta \boldsymbol{F}??$

Midan $F(t)$ en equilibrio y obtengan la estadística: statistic

Anoten también el resultado de F_0

EXPERIMENTO

DETERMINAR el coeficiente de amortiguamiento viscoso (β) EN UN SISTEMA AMORTIGUADO

2 A partir del Gráfico de los máximos (o mínimos) de $F(t)$ y un modelo No lineal.

$$\Delta F_M??$$

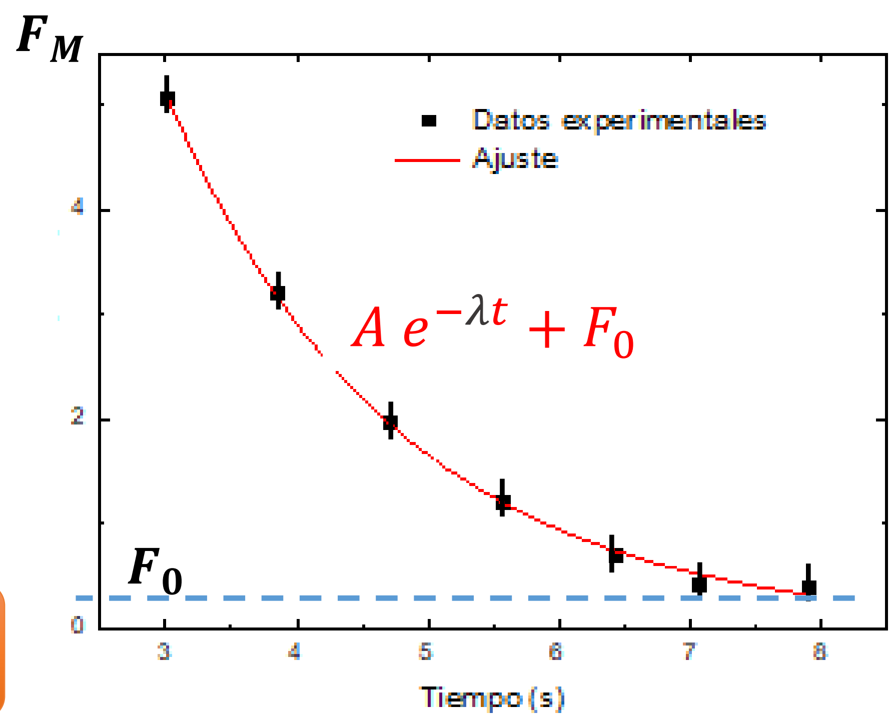


Gráfico de RESIDUOS!!

EXPERIMENTO

DETERMINAR el coeficiente de amortiguamiento viscoso (β) EN UN SISTEMA AMORTIGUADO

3 **Tomando los máximos de $\boldsymbol{F(t)}$. Transformando las variables y empleando un modelo lineal.**

$$F_M = A\, e^{-\lambda t} + F_0$$

$$\cancel{\ln(F_M) = \ln(A\, e^{-\lambda t} + F_0)}$$

$$\ln(F_M - F_0) = \ln(A\, e^{-\lambda t})$$

$$\boxed{\ln(F_M - F_0) = \ln(A) - \lambda t}$$

$$Y = aX + b$$

Y F_0??

$$\boldsymbol{\Delta \ln(F_M - F_0)??}$$

Ayuda:

$$\frac{\partial \ln(F_M - F_0)}{\partial F_M} = \frac{1}{(F_M - F_0)}$$

DURANTE LA CLASE SE EVALUARÁ

→ Las 3 Figuras con los diferentes modelos junto con los gráficos de residuos.

→ La expresión de los 3 resultados de β (SIEMPRE con 2 cifras significativas y Unidades!!!).