

Clase 04:

2da parte: Experimento de caída libre.
Medición de la constante gravitatoria, g .
Adquisición digital de datos.

Laboratorio de física 1 para químicos
1er cuatrimestre 2022

1) Explicación teórica:

Adquisición digital de datos ^[1].

- La **adquisición digital de datos** es un proceso mediante el cual mediciones de fenómenos físicos del mundo real (sistema **analógico**) son transformados en señales eléctricas.
- Los datos medidos se convierten en formato digital con un **convertor analógico-digital** para poder analizarlos.
- Para ello se utiliza una **sistema de adquisición de datos (DAQ)** que se compone de:
 - Sensores o transductores: interface entre mundo real y sistema de adquisición
 - Dispositivo DAQ: compuesto por el acondicionamiento de las señales (amplificación, atenuación, filtrado, etc) y el convertidor analógico-digital (A/D).
 - Sistema de operación: hardware y software para la adquisición de datos (PC), que reconstruye la señal original.
- El convertidor A/D es un **chip** que proporciona una representación digital con un **valor binario** (“On/OFF” ó “pasa señal/no pasa señal”) de una señal analógica de voltaje en un instante de tiempo provista por un sensor.
- Las **ventajas** de los convertidores A/D son: la flexibilidad del procesamiento, mediciones en tiempo real, gran capacidad de almacenamiento y rápido acceso a la información

[1] Apunte Mónica Agüero

1) Explicación teórica: Adquisición digital de datos [2].

- Ejemplos de instrumentación o sensores para cada magnitud física



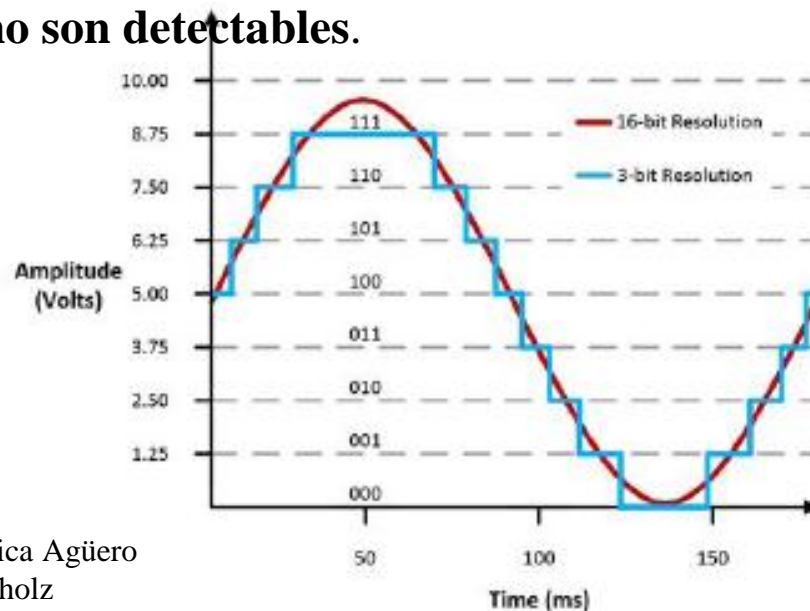
[2] Clase de laboratorio de física 1 para química 1er cuatri 2020, Cátedra Pickholz (<http://materias.df.uba.ar/f1qa2020c1/laboratorios>)

1) Explicación teórica:

Adquisición digital de datos [1, 2].

- Los convertidores A/D tienen un **rango** operativo que es el intervalo donde el instrumento puede medir (ej: 0 a 10 V, -10 V a 10V, etc).
- Otro parámetro importante es la **resolución** que es la cantidad de valores que se puede medir dentro del rango y se mide en números de bits. La **resolución** define el número de niveles en el cual se puede dividir un rango para aproximar la señal de entrada (voltaje de entrada analógico), o sea, número de niveles = 2^n donde n es el número de bits
- La **sensibilidad** es otro parámetro a tener en cuenta y se define como el mínimo cambio de magnitud que el instrumento puede medir.
- Ejemplos:

Un conversor de 8 bits tendrá 256 niveles distintos (2^8). Si el rango de entrada es de 10 V, entonces la sensibilidad será de $10V/256 = 39$ mV, por lo que las variaciones de tensión **menores a 39 mV no son detectables**.



Se observa en la figura que un conversor de 3 bits (2^3 divisiones) no es una buena representación de la señal pero si lo es uno de 16 bits (2^{16} divisiones).

Cuanto mayor sea la resolución del DAQ, mayor será el número de divisiones del rango operativo y menor será el cambio detectable (sensibilidad).

[1] Apunte Mónica Agüero

[2] Cátedra Pickholz

(<http://materias.df.uba.ar/f1qa2020c1/laboratorios>)

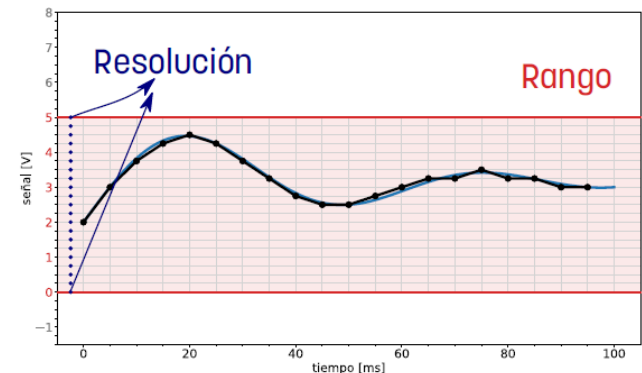
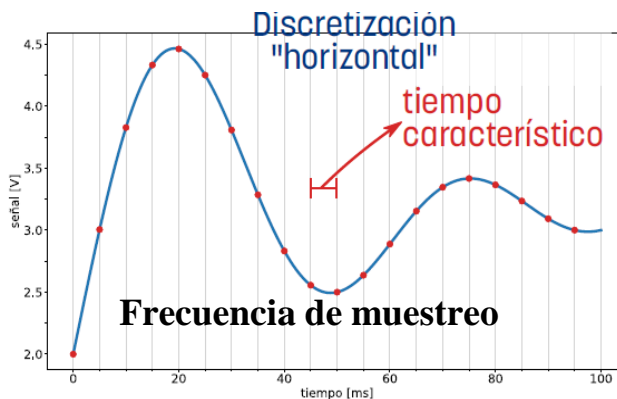
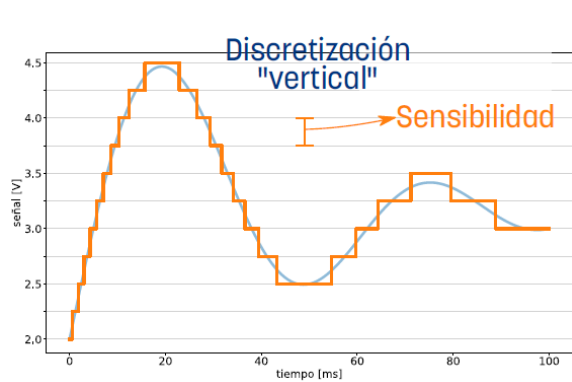
1) Explicación teórica:

Adquisición digital de datos [1, 2].

• Por último, un parámetro muy importante es el muestreo de la señal, tasa de adquisición ó **frecuencia de muestreo** (“sample rate”) que es cada cuánto tiempo la señal registra un dato ó cantidad de muestras por segundo que puede adquirir el instrumento (resolución temporal):

$$f_m = \frac{1}{\Delta t}$$

- La **frecuencia de muestreo** se mide en Hz (1/s) y es definido por el/la usuario/a.
- Observación: No necesariamente usar el máximo de frecuencia de muestreo disponible es siempre útil, dado que se puede agotar la capacidad de guardar datos.
- **Importante:** evitar el **aliasing** cuando se mide. El **aliasing** es un muestreo lento y por lo tanto, una mala representación de la señal analógica. Se recomienda $f_m > 10f_{\text{señal}}$
- Ejemplos gráficos de los parámetros rango, resolución, sensibilidad y frecuencia de muestreo:



[1] Apunte Mónica Agüero

[2] Clase de laboratorio de física 1 para química 1er cuatri 2020, Cátedra Pickholz (<http://materias.df.uba.ar/f1qa2020c1/laboratorios>)

1) Explicación teórica: Convertidos A/D sensor daq, programa de adquisición MotionDAQ y photogate

- El convertidor sensor DAQ de la empresa Vernier (<https://www.vernier.com/>) que usaremos en el laboratorio permite conectar algún **sensor** para poder medir la señal eléctrica y adquirir los datos en un programa realizado con la plataforma LabVIEW (entorno de programación gráfica, <https://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>). El programa en particular es MotionDAQ y el sensor que se usará en la clase de hoy es un fotointerruptor o photogate (para la clase siguiente se usará un sensor de fuerza).
- **IMPORTANTE:** ver apuntes en la página de la materia (“guía rápida de MotionDAQ”, “manual photogate”, “manual sensor daq”).



2) Experimento



• Objetivos:

- Determinar el valor de la aceleración de la gravedad, g , realizando un experimento de caída libre y usando una placa cebra y un photogate.
- Analizar las hipótesis planteadas para el experimento y reportar la magnitud con su respectiva incerteza.

Actividad 2 (día 2): Determinación de g a partir de la medición de experimento caída libre

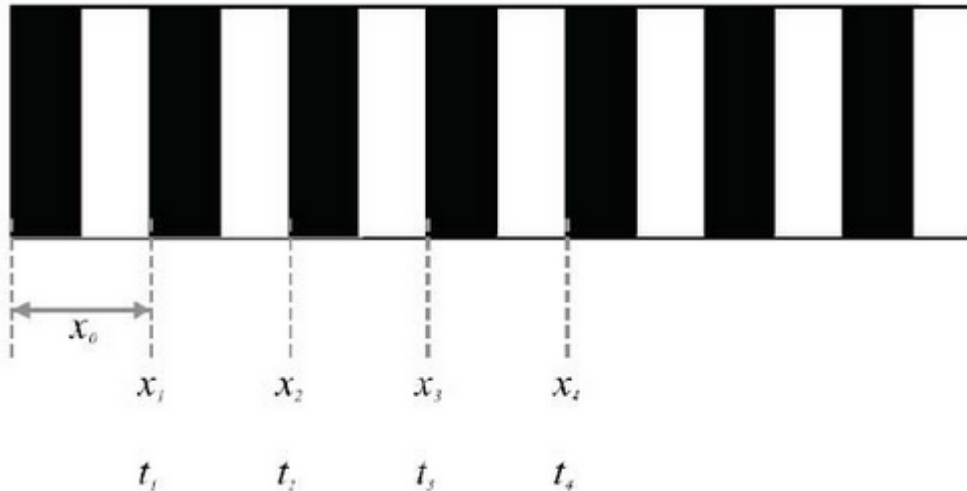
Antes de comenzar a medir el experimento, hacer varias pruebas con el programa MotionDAQ y configurar correctamente el canal, tiempo y frecuencia de muestreo (**VER:** “Guía rápida MotionDAQ”). Demostración en clase.

- a) Determinar la distancia regular entre las franjas (período espacial d)
- b) Medir el tiempo del pasaje de la cebra en caída libre usando el photogate y el programa MotionDAQ. Con los datos medidos, obtener la velocidad del pasaje de la cebra
- c) Graficar distancia en función del tiempo, $x(t)$, y velocidad en función del tiempo, $v(t)$. ¿Cómo es la relación funcional entre estas variables según la teoría?
- d) Realizar un ajuste lineal por cuadrados mínimos en el gráfico **correspondiente** y determinar g y la incerteza asociada. Comparar con la predicción teórica.
- e) Comparar el valor de g obtenido con este método (caída libre) , con el de la clase anterior (péndulo) y el valor tabulado. ¿Cuál es más exacto? ¿Y más preciso? ¿Y más confiable?

2) Experimento

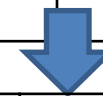
Aclaración para el análisis

- Ejemplo de placa de la cebra y cómo determinar x_i y t_i
- Los valores x_i de van a estar relacionados con la distancia entre franjas y los valores t_i se debe obtener de la medida de voltaje vs tiempo medido en el MotionDAQ



Ejemplo

Voltaje [V] (Col B)	Tiempo [s] (col A)
0	1
0	1,01
5	1,02 t1
5	1,03
0	1,04
0	1,05
5	1,06 t2
5	1,07



Posición [cm]	Tiempo [s]
1	1,02
2	1,06
3	
4	

- Para el análisis de datos en Origin usar:
Worksheet/Worksheet query

Ejemplo:

If col(B)[i+1]-col(B)[i] > 4 Flanco de subida

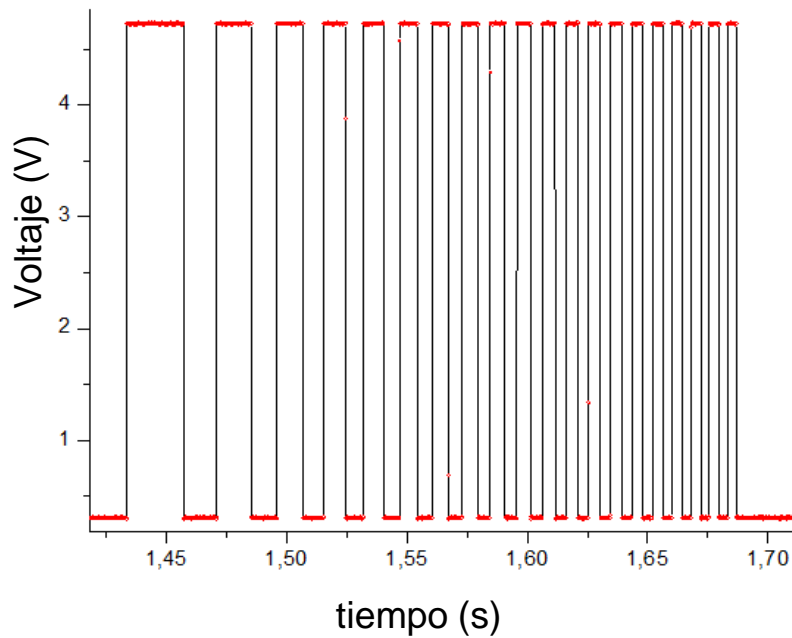
If col(B)[i+1]-col(B)[i] < 4 Flanco de bajada

- Para obtener la velocidad derivado x con respecto a t
(Analysis/mathematics/Differentiate)

¡A medir!

3) Resultados y análisis

- Gráfico de voltaje vs tiempo obtenido del MotionDAQ



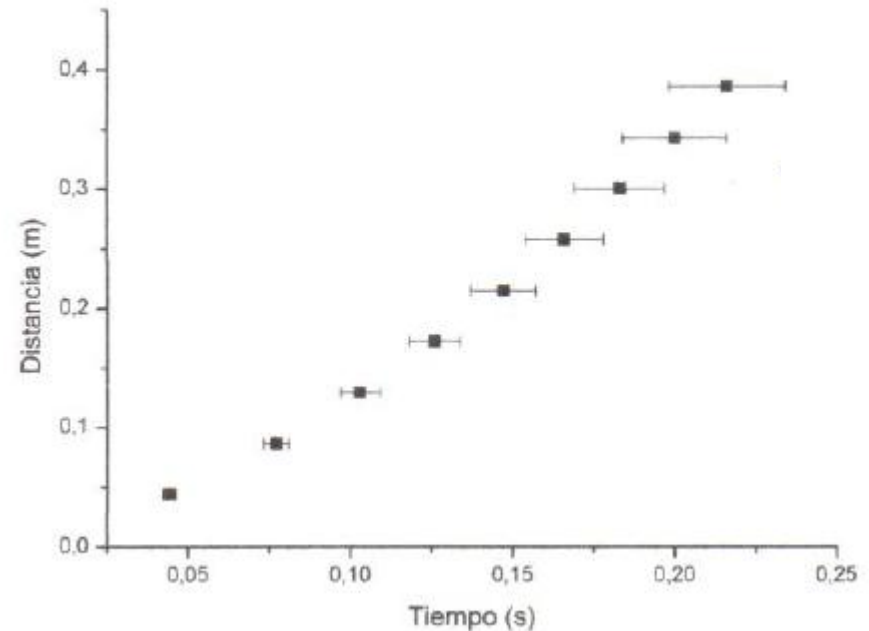
Ecuaciones de caída libre (se toma $v_0 = 0$):

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$v(t) = v_0 + g(t - t_0)$$

- Gráfico de posición vs tiempo

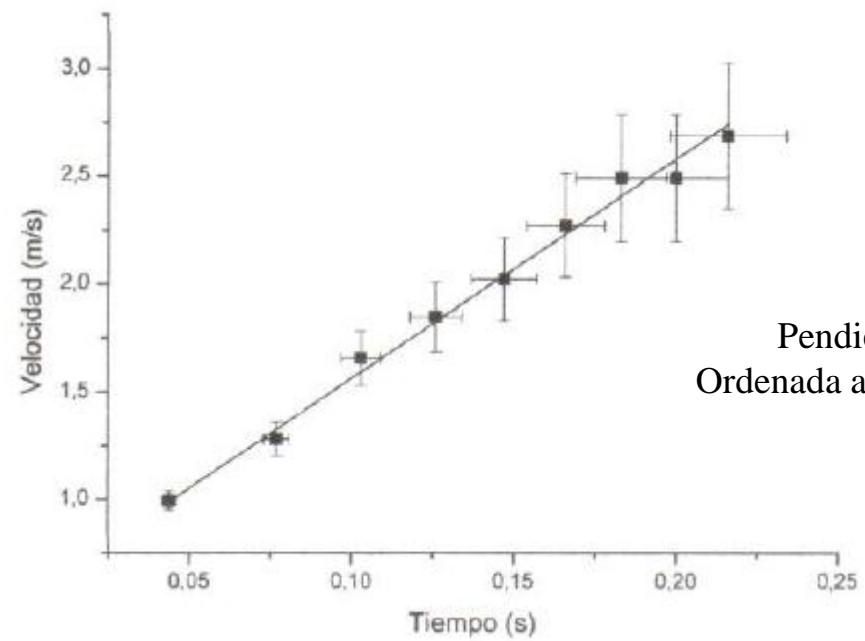
$$x(t) = x_0 + \frac{1}{2} g t^2$$



3) Resultados y análisis

- Gráfico de velocidad vs tiempo

Se hace un ajuste por cuadrados mínimos



$$v(t) = gt + v_0$$

Pendiente: $(10,19 \pm 0,29) \text{ m/s}^2$
Ordenada al origen: $(0,230 \pm 0,066) \text{ m/s}$
 $R^2 = 0,99413$

Observación: diferencia entre velocidad media e instantánea.

- Es importante considerar que la velocidad que se determina para cada período espacial de la “cebra” es una velocidad media para ese intervalo, cuando en realidad el movimiento es acelerado.
- En algún instante dentro de cada intervalo, la velocidad instantánea coincide con la velocidad media. En una caída libre, eso ocurre en el instante medio del intervalo de tiempo