

## Laboratorio Física 1 (Química)

### 1er. Cuatrimestre 2009

#### Guía 7 – Movimiento Oscilatorio Amortiguado – Ajuste no lineal

##### Objetivos

Reconocer a las soluciones numéricas ofrecidas en diversos programas como alternativa para ajustar una relación no elemental entre dos variables para las cuales no hay método de optimización analítico. Aprender a asistir al programa para poder llegar a obtener un buen ajuste numérico.

##### Introducción

Estudiaremos las oscilaciones amortiguadas por medio de una esfera de masa  $m$  sumergida en un líquido y adjunta a un resorte de constante elástica  $k$ . Además del peso en un líquido actúa el empuje. A veces puede considerarse para un cuerpo que se mueve en el seno de un fluido viscoso que la fuerza de rozamiento es proporcional a la velocidad y de sentido contrario a ésta, siendo la constante que relaciona a ambos dependiente del sistema físico en particular. Existen tres posibles soluciones (sobreamortiguado, crítico y subamortiguado) a la ecuación diferencial correspondiente, que en el caso que nos interesa (el tercero) tiene la siguiente expresión:

$$x(t) = a e^{-bt} \cos(\omega t + u) + x_0$$

siendo  $x$  la posición,  $t$  el tiempo,  $b$  el coeficiente de amortiguamiento,  $\omega$  la frecuencia angular de oscilación,  $a$  la amplitud,  $u$  la fase inicial y  $x_0$  la posición de equilibrio. Hay aquí cinco parámetros para ajustar en la curva experimental. Notar que el sensor de fuerzas nos brindará la fuerza  $F$  sobre el resorte, pero recordando que

$$F(t) = -kx(t)$$

entonces podemos reescribir

$$F(t) = A e^{-Bt} \cos(Ct + D) + E$$

que será la función a ser ajustada.

##### Actividad

- Calibrar el sensor de fuerzas.
- Colgar del sensor de fuerzas el resorte con la esfera metálica sujeta del mismo.
- Sumergir la esfera en un recipiente con líquido.
- Desplazar la esfera de la posición de equilibrio y observar las mediciones realizadas por el sensor de fuerzas en el MPLI.
- Realizar el ajuste para los cinco parámetros. Escribir la ecuación a ser ajustada y observar que se debe asistir al programa para que el ajuste numérico converja hacia los puntos de las mediciones.

### Algunos comentarios útiles

- i) La masa total efectiva del sistema es  $m = m_r/3 + m_d + m_p$ , donde  $m_r$  representa la masa del resorte,  $m_d$  es la masa del dispositivo que oscila dentro del agua y  $m_p$  corresponde a masas que eventualmente pueden ser añadidas al sistema.
- ii) Las condiciones iniciales del movimiento deben garantizar que el movimiento dentro del líquido no se amortigüe en sólo uno o dos periodos. Al mismo tiempo, se debe poner especial atención para que el cambio de amplitud en cada oscilación no esté acompañado por una variación significativa en la porción de masa sumergida.