

A. Objetivos

1. Describir el movimiento oscilatorio en sistemas simples.
2. Caracterizar los movimientos oscilatorios con amplitud, frecuencia o período, y fase; reconocer la naturaleza periódica del movimiento oscilatorio
3. Determinar la aceleración gravitacional local.

B. Materiales

Soporte universal.
Regla de 60 cm de longitud con rodamiento en un extremo.
Regla de 30 cm de longitud (para formar la "T").
Cámara web y software de visualización.

C. Descripción o Resumen

En este Laboratorio se harán varios experimentos para caracterizar el movimiento periódico de un péndulo físico. Primero se medirá el período del péndulo con diferentes amplitudes (angular); el objetivo es comprender los conceptos de amplitud, período (y frecuencia), y fase de un movimiento periódico. Segundo se estudiará la variación del período con el largo del péndulo con el objetivo de medir la aceleración gravitacional local. Para ello se variará la posición de la regleta modificando así el largo efectivo del péndulo. Tercero se estudiará el movimiento a lo largo de varios ciclos completos para ajustar y graficar una curva de amplitud en función del tiempo.

D. Antecedentes teóricos

Para esta unidad deben comprender la caracterización de cualquier movimiento periódico con amplitud, frecuencia angular y fase en torno a una posición de equilibrio. En particular conocer el movimiento armónico simple que se obtiene de oscilaciones de un resorte ideal (a partir de la ley de Hooke), y de un péndulo simple con pequeñas oscilaciones. Es importante comprender la dependencia de las variables de oscilación con los parámetros físicos del sistema en estudio (amplitud y frecuencia en función de la masa y constante del resorte o largo del péndulo y g).

Por otro lado es necesario conocer y poder determinar la posición del centro de masa de un péndulo físico de modo de poder modelarlo como un péndulo puntual.

Lecturas recomendadas:

Tipler y Mosca, capítulo 14
Serway y Beichman, cap. 15
Massman, cap. 13

E. Experimento

Parte 1 Período en función de la amplitud

Montar la T en su largo máximo y preparar webcam y sistemas de visualización. En este experimento medirán el período del péndulo en función de la amplitud. El objetivo es encontrar la dependencia entre ambas variables en caso de haberla. Para pequeñas oscilaciones se espera que el período sea independiente de la amplitud. La solución numérica para un péndulo con amplitud arbitraria la encontraron durante la primera semana de clase.

Elija un ángulo inicial y suelte la T desde el reposo. Grabe un par de oscilaciones con la webcam y utilice el software de visualización para determinar el período. Notar que sólo deben determinar el período, basta medir un par de imágenes para ello. Repetir tres veces el experimento y medida, de modo de poder estimar la desviación estándar de la medida del período.

Repetir para una variedad de ángulos, se sugiere 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 rad aproximadamente.

Tabular y graficar amplitud, período, error_período. Para ello utilizar en matlab algo así como:

```
>> theta = [0.1, 0.2, 0.4, 0.7, 1.0]; periodo = [1.1, 1.3, 1.3, 1.5, 1.6]
>> sigma = [0.2 0.3 0.4 0.5 0.6]; errorbar(theta, periodo, sigma, '+')
```

Rotular el gráfico, exportar como pdf y enviar por email al profesor.

Preguntas:

- Depende $P(\text{ángulo})$?
- Hasta donde podemos considerar la amplitud angular como pequeña?
- Dados los errores experimentales, se justifica resolver numéricamente las ecuaciones del movimiento?

Parte 2 Período en función del largo.

Montar la regleta de la T en cada una de las cuatro posiciones posibles de modo de variar la posición del centro de masa de la T.

Para cada posición del centro de masa soltar la T desde el reposo desde un ángulo inicial "pequeño" y grabar dos o tres oscilaciones para medir el período. Repetir tres veces en cada configuración.

El período de oscilación para pequeñas oscilaciones se espera esté relacionado con la aceleración gravitacional local. Utilice la relación válida para un péndulo simple o bien para un péndulo físico para determinar el valor de g derivado para cada longitud.

Tabular longitud, período, error_período, g .

Graficar los puntos medidos $T(L)$ con sus errores, y adjuntar en el mismo gráfico una curva "teórica" obtenida con el valor de g determinado por ustedes (el promedio de las cuatro medidas).

```
>> largo_cm = [50, 40, 30, 20]; periodo = [1.1, 1.3, 1.3, 1.5]; sigma = [0.2 0.3 0.4 0.5]
>> errorbar(theta, periodo, sigma, '+'); hold on
>> plot(largo_cm, periodo_calc)
```

Preguntas:

- Se parece el valor de g al valor real? Porqué?
- Se parece la curva calculada $Pg(L)$ a los datos medidos? Porque?

Parte 3 Gráfico de ángulo en función del tiempo para varias oscilaciones.

Montar la regleta de modo que la T se encuentre con su largo efectivo máximo. Soltar la regleta desde el reposo desde un ángulo inicial pequeño y grabar con la webcam las oscilaciones durante aproximadamente 15 segundos.

Medir con la cámara cuantos pares (ángulo, tiempo) les sea posible y graficar. A partir de esta curva se puede ajustar una función sinusoidal en Matlab para obtener los parámetros que mejor describen las oscilaciones (amplitud, frecuencia, fase). Sin embargo el ajuste de una función sinusoidal no es lineal y no existen técnicas que funcionen para cualquier rango de parámetros. En estos casos es casi siempre muy importante que ustedes primero estimen de forma aproximada los parámetros iniciales, ya sea de forma interactiva o a partir de un planteamiento teórico.

En este experimento simplemente graficaremos la curva sinusoidal esperada dado que conocen la amplitud angular, período, y constante de fase del movimiento:

```
>> theta_max = pi/6; p0 = 1.4; omega = 2*pi/p0; theta0=pi/2
>> theta_calc = theta_max* sin(omega*tiempo+theta0)
>> plot(tiempo,angulo,'+'); hold on
>> plot(tiempo,theta_calc)
```

Preguntas:

- Es constante el período (o frecuencia angular)? Porqué?
- Es constante la amplitud del movimiento? Porqué?