

# Trabajo en Grupo

Asignatura: Leyes Físicas III

Instructor: Wladimir E. Banda Barragán

Correo electrónico: [we.banda@uta.edu.ec](mailto:we.banda@uta.edu.ec)

Fecha de envío: 9 de enero de 2018

**Fecha de entrega: 22 de enero de 2018 (hasta las 12:00pm)**

Créditos: 10 puntos a ponderarse.

## Instrucciones:

**Este trabajo debe remitirse de forma grupal en la fecha señalada (no se extenderá el plazo). El trabajo consiste en realizar dos experimentos de física y elaborar un reporte de cada experimento, es decir se deben entregar dos reportes por grupo y devolver los materiales. Las instrucciones se detallan a continuación:**

1. Cada reporte de laboratorio debe contener las siguientes secciones:
  - (a) El título del experimento y nombres de los integrantes del grupo
  - (b) Una introducción corta, que contenga el marco teórico y las ecuaciones relevantes al experimento
  - (c) Los objetivos del experimento (dados abajo)
  - (d) La lista de los materiales utilizados con sus gráficos respectivos
  - (e) El procedimiento de montaje del experimento y de la práctica
  - (f) Las tablas de registro de los datos experimentales.
  - (g) Los cálculos realizados y los resultados del experimento.
  - (h) Las respuestas a las preguntas de análisis (dadas abajo)
  - (i) Las conclusiones de la práctica (deben incluirse al menos 5 conclusiones bien elaboradas)
  - (j) Una lista de citas bibliográficas en formato IEEE ó APA
  - (k) Una sección de anexos con dos sub-secciones: una sección con una lista de medidas de seguridad para la práctica en el laboratorio y otra sección con un resumen corto del cálculo de incertidumbres y propagación de errores.
2. El reporte debe entregarse en físico y también en forma digital (via correo electrónico), en una sola carpeta comprimida que contenga los archivos WORD y PDF de ambos reportes, más todas las figuras que se hayan incluido en el documento en formato JPEG.
3. Se pueden consultar prácticas de laboratorio existentes en la web y en libros, pero debe evitarse copiar texto de fuentes bibliográficas de forma literal. Además, las figuras incluidas en la práctica deberán ser diseñadas inéditamente y no copiadas de ninguna fuente. Para elaborar los diagramas e imágenes puede utilizarse cualquier software que ustedes consideren adecuado.

**Los experimentos a desarrollar por todos los grupos son los siguientes:**

- EXPERIMENTO 1: Energía Potencial Elástica.- Ley de Hooke
- EXPERIMENTO 2: Movimiento Armónico Simple.- Péndulo Simple

Las instrucciones, los objetivos y las preguntas de análisis de cada experimento están dadas a continuación:

## **EXPERIMENTO 1: Energía Potencial Elástica.- Ley de Hooke**

### **Objetivos:**

1. Determinar la constante de un resorte midiendo su elongación al someterlo a fuerzas de distinta magnitud.
2. Determinar la incertidumbre asociada a la medida experimental de la constante del resorte.

### **Instrucciones:**

1. Montar el sistema masa-resorte vertical. Considerar a la aceleración de gravedad como  $9.8 \text{ m s}^{-2}$  y utilizar unidades del S.I. para todos los cálculos.
2. Ubicar la funda plástica en el gancho inferior del resorte.
3. Marcar la posición de equilibrio del resorte en una regla o cinta métrica. El error asociado a las medidas de longitud depende de la precisión del instrumento usado y puede extraerse del mismo.
4. Ubicar 3 canicas en el interior de la funda y tomar la medida de la nueva elongación del resorte (asumir que todas las canicas son idénticas y tienen una masa de  $0.006 \pm 0.0005 \text{ kg}$ ).
5. Aumentar en sets de 3 el número de canicas en el interior de la funda plástica y registrar las elongaciones para cada nuevo peso (i.e. desde 3 hasta 24 canicas).
6. Elaborar una tabla con las medidas de fuerza (peso) en Newtons y de elongación en metros.
7. Elaborar un gráfico fuerza (peso) versus elongación, con sus respectivas barras de error.
8. Realizar una regresión lineal para obtener el valor de la constante del resorte  $k$  en unidades S.I. Pueden utilizar para esto el método/software de su preferencia (ver anexo de estadística).
9. Reportar el valor de la constante del resorte,  $k$ , con su error respectivo.
10. Calcular la energía potencial elástica (con su error respectivo) y elaborar un gráfico energía potencial elástica versus elongación, utilizando la constante  $k$  calculada en el paso anterior. Ubicar las barras de error respectivas.
11. Elaborar el reporte de esta práctica con los lineamientos dados, incluyendo todas las ecuaciones, cálculos relevantes y conclusiones.

### **Preguntas de análisis:**

1. Enuncie la ley de Hooke, indique su rango de aplicación, y qué sucede al salir de él.
2. Deduzca una expresión para encontrar una constante de fuerza equivalente,  $k_{\text{equiv}}$ , cuando se consideran dos resortes conectados en serie con constantes  $k_1$  y  $k_2$ . Suponga que la masa de los resortes es despreciable.
3. Escriba las ecuaciones del movimiento armónico simple que adquiere el sistema masa-resorte vertical cuando se lo perturba con 20 canicas de peso. Tome una amplitud de 0.01 m para el movimiento oscilatorio. ¿Qué sucede cuando aumentan la amplitud inicial a 0.04 m.

## EXPERIMENTO 2: Movimiento Armónico Simple.- Péndulo Simple

### Objetivos:

1. Determinar el valor de la aceleración de gravedad usando péndulos simples de distinta longitud y período de oscilación.
2. Determinar la incertidumbre asociada a la medida de la constante de gravedad.

### Instrucciones:

1. Montar el péndulo simple usando el cordón y la canica grande como lenteja. La longitud inicial del cordón debe ser de 0.2 m más el error instrumental. No cortar el cordón; enrollarlo para obtener la longitud deseada.
2. Ubicar el graduador atrás del cordón del péndulo.
3. Marcar la posición de equilibrio del péndulo.
4. Mover el péndulo un ángulo pequeño ( $< 11^\circ$ ) hacia la derecha y tomar medidas del período de oscilación con un cronómetro. Registrar los tiempos con su error instrumental. Noten que varias medidas del período son necesarias para incrementar el nivel de confianza.
5. Tomar medidas del período para distintas longitudes del cordón desde 0.2 m hasta 1.6 m, cada 0.2 m. No cortar el cordón; desenrollarlo para obtener las longitudes deseadas.
6. Elaborar una tabla con las medidas del período en segundos y de la longitud del cordón en metros.
7. Elaborar un gráfico período versus longitud, con sus respectivas barras de error. ¿Es este gráfico útil para realizar una regresión lineal? Si no lo es, graficar uno que lo sea.
8. Realizar una regresión lineal para obtener el valor de la aceleración de la gravedad  $g$  en unidades S.I. Pueden utilizar el software de su preferencia (ver anexo de estadística).
9. Reportar el valor de la constante  $g$  con su error respectivo.
10. Calcular la frecuencia de oscilación y elaborar un gráfico frecuencia versus longitud, utilizando la constante  $g$  calculada en el paso anterior. Ubicar las barras de error respectivas.
11. Elaborar el reporte de esta práctica con los lineamientos dados, incluyendo todas las ecuaciones, cálculos relevantes y conclusiones.

### Preguntas de análisis:

1. Si el valor real de la aceleración de la gravedad en Ambato es de  $g = 9.78 \text{ m s}^{-2}$ , ¿cuál es el error absoluto y relativo de su valor estimado en este experimento con respecto al real?
2. ¿Cómo mejorarían la precisión y cómo la exactitud en la determinación de la aceleración de la gravedad,  $g$ ?
3. En un sistema masa-resorte vertical, la frecuencia de oscilación depende de la masa colgada en el resorte. En su lugar, para el péndulo simple, no hay tal dependencia. Siendo ambos movimientos armónicos simples, ¿por qué cambia esta dependencia?

## Regresión lineal.

## Estadística.

**Importante:**  
Escriban el código R para TODAS las preguntas de programación.  
Cada grupo debe redactar sus resultados.

El objetivo del ejercicio es analizar la relación entre dos variables.  
Van a registrar y analizar datos de dos experimentos para deducir algunas relaciones importantes en física.

---

Paso 0 Registrar y analizar los datos

---

**Pregunta 1** (4 puntos) Registren y lean los datos en R. Hagan un plot de las observaciones para cada experimento. Qué pueden concluir al leer los plots?

**Pregunta 2** (4 puntos) Las relaciones son lineales o necesitan hacer algún tipo de transformación en las variables? Hay alguna intuición física que les pueda ayudar para descubrir las transformaciones?

---

Paso 1 Construir el modelo de regresión

---

**Pregunta 3** (4 puntos)Cuál es un buen un modelo de regresión para cada una de las relaciones? Por qué?

**Pregunta 4** (4 puntos) Calculen los coeficientes,  $a$  y  $b$ , del modelo usando `lm` de R. Interpreten los coeficientes. Qué unidades tienen? Qué significan? Pueden construir un intervalo de confianza para los coeficientes? Qué representa el intervalo?

**Pregunta 5** (4 puntos) Qué limitaciones tienen los modelos que usaron? Pueden proponer alguna alternativa? Cuándo son útiles los modelos?