



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERÍA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGIENERIA

REPORTE 01

Laboratorio de Física I

El grupo conformado por:

Rocca Cruz Axel Benjamin

Llactahuaman Quispe Benjamin Israel

Cortez Núñez Christian

Profesores:

Tello Gálvez Julio César

Brocca Pobes Manuel Enrique

Física BFI01

16 de abril de 2023

Índice

Resumen

El desarrollo de este primer laboratorio de física está enfocado al estudio de los distintos procesos de medición y de guiar al estudiante a experimentar la inevitable aparición de errores o incertidumbres en cualquier medición y a aprender a tratar con ellos al momento de operar los resultados. La metodología de trabajo del laboratorio N° 01 ha sido dividida en tres partes, siendo estas las siguientes:

- Medición y error experimental
- Medición y propagación de errores
- Gráfica de los resultados en una medición experimental

1. Medición y Error Experimental Con Frijoles

1.1. Objetivos

- Determinar la incertidumbre en el siguiente proceso de medición.
- Determinar la curva de distribución normal en un proceso de medición, correspondiente al número de frijoles que caben en vaso seleccionado previamente.

1.2. Fundamento teórico

- **Medición:** La medición es un proceso básico de la ciencia que se basa en comparar una unidad de medida seleccionada con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir, para averiguar cuantas veces la unidad está contenida en esa magnitud.
- **Incertidumbre :** Es el parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al valor a medir. Por ejemplo: Un experimentador que haga la misma medición muchas veces no obtendrá los mismos resultados tanto por factores externos como (luz, viento, etc.) como las variaciones en las condiciones de observación del experimentador.
- **Ajuste de Curva:** El ajuste de curvas consiste en encontrar una curva que contenga una serie de puntos y que posiblemente cumpla una serie de restricciones adicionales. Esta sección es una introducción tanto a la interpolación (cuando se espera un ajuste exacto a determinadas restricciones) y al ajuste de curvas/análisis de regresión (cuando se permite una aproximación).

1.3. Materiales y equipos de trabajo

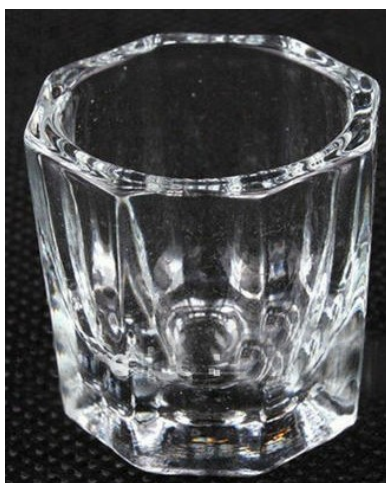


Figura 1: vaso pequeño



Figura 2: frijoles 250gr

1.4. Resultados y Procedimientos

1.4.1. Procedimientos

1. Colocar el vaso sobre una mesa
2. Vaciar los frijoles en el vaso hasta que se llene. Que no rebase el tope o se aleje mucho de él.
3. Contar el número de frijoles, devolverlo a la bolsa y sacudirla (Para de evitar sacar los mismos frijoles)
4. Escribir los resultados en una tabla de (4x100), donde las columnas se encabezan por:
 - K : k- esimo conteo
 - N_k : el K-esimo conteo de frijoles
 - $N_k - \overline{mnp}$: k-esimo conteo - el promedio
 - $(N_k - \overline{mnp})^2$: k-esimo conteo - el promedio, al cuadrado
5. Repetir hasta tener 100 repeticiones en total
6. Determinar la media aritmética \overline{mnp} de los 100 números obtenidos. Esta media aritmética es el número más probable de frijoles que caben en el vaso.

Sea N_k el número de frijoles obtenidos en la k-ésima operación. La media aritmética de los 100 números obtenidos es:

$$\overline{mnp} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} N_k = 144,86$$

7. Determine la incertidumbre normal o desviación estándar, $\Delta(\overline{mnp})$, de la medición anterior.

La incertidumbre normal o desviación estándar será:

$$\Delta(\overline{mnp}) = \sqrt{\frac{1}{100} \sum_{k=1}^{100} (N_k - \overline{mnp})^2} = 4,622$$

8. Grafique tanto la posibilidad $n(r, r + 1)$ y $n(r, r + 2)$

1.4.2. Resultados

Cuadro 1: tabla de resultados de conteo

K	N_k	$N_k - \overline{mnp}$	$(N_k - \overline{mnp})^2$
1	145	0,14	0,02
2	144	-0,86	0,74
3	154	9,14	83,54
4	145	0,14	0,02
5	150	5,14	26,42
6	139	-5,86	34,34
7	143	-1,86	3,46
8	140	-4,86	23,62
9	143	-1,86	3,46
10	144	-0,86	0,74
11	146	1,14	1,30
12	152	7,14	50,98
13	148	3,14	9,86
14	144	-0,86	0,74
15	151	6,14	37,70
16	150	5,14	26,42
17	148	3,14	9,86
18	152	7,14	50,98
19	149	4,14	17,14
20	145	0,14	0,02
21	143	-1,86	3,46
22	144	-0,86	0,74
23	146	1,14	1,30
24	143	-1,86	3,46
25	142	-2,86	8,18
26	144	-0,86	0,74
27	143	-1,86	3,46
28	147	2,14	4,58
29	150	5,14	26,42
30	149	4,14	17,14
31	152	7,14	50,98
32	146	1,14	1,30
33	151	6,14	37,70
34	141	-3,86	14,90
35	148	3,14	9,86
36	148	3,14	9,86
37	146	1,14	1,30
38	150	5,14	26,42
39	146	1,14	1,30
40	149	4,14	17,14
41	146	1,14	1,30
42	148	3,14	9,86
43	147	2,14	4,58
44	153	8,14	66,26
45	145	0,14	0,02
46	147	2,14	4,58
47	147	2,14	4,58
48	142	-2,86	8,18
49	154	9,14	83,54
Continued on next page			

50	143	-1,86	3,46
51	146	1,14	1,30
52	145	0,14	0,02
53	147	2,14	4,58
54	137	-7,86	61,78
55	144	-0,86	0,74
56	143	-1,86	3,46
57	145	0,14	0,02
58	138	-6,86	47,06
59	136	-8,86	78,50
60	142	-2,86	8,18
61	141	-3,86	14,90
62	138	-6,86	47,06
63	153	8,14	66,26
64	145	0,14	0,02
65	148	3,14	9,86
66	145	0,14	0,02
67	146	1,14	1,30
68	144	-0,86	0,74
69	142	-2,86	8,18
70	140	-4,86	23,62
71	141	-3,86	14,90
72	140	-4,86	23,62
73	145	0,14	0,02
74	139	-5,86	34,34
75	145	0,14	0,02
76	147	2,14	4,58
77	146	1,14	1,30
78	149	4,14	17,14
79	139	-5,86	34,34
80	147	2,14	4,58
81	144	-0,86	0,74
82	146	1,14	1,30
83	150	5,14	26,42
84	152	7,14	50,98
85	140	-4,86	23,62
86	151	6,14	37,70
87	147	2,14	4,58
88	141	-3,86	14,90
89	137	-7,86	61,78
90	144	-0,86	0,74
91	140	-4,86	23,62
92	139	-5,86	34,34
93	138	-6,86	47,06
94	142	-2,86	8,18
95	141	-3,86	14,90
96	138	-6,86	47,06
97	141	-3,86	14,90
98	145	0,14	0,02
99	138	-6,86	47,06
100	137	-7,86	61,78

Cuadro 2: tabla de posibilidad de $n(r, r + 1)$

Número de frijoles	$n(r, r + 1)$	$\pi(r, r + 1)$
136	1	0,01
137	3	0,03
138	5	0,05
139	4	0,04
140	5	0,05
141	6	0,06
142	5	0,05
143	7	0,07
144	9	0,09
145	11	0,11
146	10	0,1
147	8	0,08
148	6	0,06
149	4	0,04
150	5	0,05
151	3	0,03
152	4	0,04
153	2	0,02
154	2	0,02

Cuadro 3: tabla de posibilidad de $n(r, r + 2)$

Número de frijoles	$n(r, r + 2)$	$\pi(r, r + 1)$
136 - 138	4	0,04
138 - 140	9	0,09
140 - 142	11	0,11
142 - 144	12	0,12
144 - 146	20	0,2
146 - 148	18	0,18
148 - 150	10	0,1
150 - 152	8	0,08
152 - 154	6	0,06
154 - 156	2	0,02

1.5. Preguntas

1. **En vez de medir puñados, ¿podría medirse el número de frijoles que caben en un vaso, en una cuchara, etc.?**

Sería preferible medir con un vaso ya que el volumen que recogerá se mantendrá relativamente constante. Sobre diferencia entre los puñados se debe a la forma, tamaño y agarre de la mano de cada participante y de su criterio sobre lo que es flojo o apretado.

2. **Después de realizar los experimentos, ¿qué ventaja le ve a la representación de $\pi[r, r + 2)$ frente a la de $\pi[r, r + 1)$?**

A pesar de que esta pierda precisión respecto a $[r, r+1)$, sus resultados mostrados son más consistentes y fáciles de procesar.

3. **¿Qué sucedería si los frijoles fuesen de tamaños apreciablemente diferentes?**

Las mediciones variarían de forma considerable, incluso llegando a resultados drásticamente alejados de la media.

4. **En el ejemplo mostrado se debía contar alrededor de 60 frijoles por puñado. ¿Sería ventajoso colocar solo 100 frijoles en el recipiente, y de esta manera calcular el número de frijoles en un puñado contando los frijoles que quedan en el recipiente?**

Respecto a la velocidad de medición sería ventajoso realizarlo de esa manera, sin embargo los resultados solo serían confiables respecto a un grupo muy reducido (de 100) en comparación con la muestra original (que sería mucho mayor), debido a que las distintas variaciones dentro de ese grupo podrían ser una representación incorrecta al momento de abarcar una muestra mayor.

5. **¿Qué sucedería si en el caso anterior colocara solo, digamos 75 frijoles en el recipiente?**

La variación sería incluso menor que en la medición de 100 frijoles, y los casos donde se repitan los mismos grupos de frijoles serían más probables.

6. **La parte de este experimento que exige "más paciencia" es el proceso de contar. Para distribuir esta tarea entre tres personas. ¿Cuál de las sugerencias propondría Ud.? ¿Por qué?**

Usar tres recipientes del mismo tamaño y forma, porque ahí el volumen es constante y la muestra recogida a solo se sujeta a las variaciones de tamaño de los frijoles y no del contenedor (la mano)

7. **Mencione tres posibles hechos que observarían si en vez de 100 puñados extrajeran 1000 puñados.**

- a) La variación estándar será diferente y más fiable
- b) La gráfica de frecuencias se aproximaría más a la campana de gauss
- c) Las mediciones podrían verse afectadas por la fatiga de los participantes si se mantiene el método actual de conteo (1 por 1)

8. **¿Cuál es el promedio aritmético de las desviaciones $Nk - \overline{mnp}$?**

El promedio es 0, debido a que hay variaciones positivas y negativas respecto al promedio y al sumarlas todas se anulan mutuamente.

9. **¿Cuál cree Ud. es la razón para haber definido $\Delta\overline{mnp}$ en vez de tomar simplemente el promedio de las desviaciones?**

La razón fue justamente evitar la anulación del resultado al convertir los valores negativos a positivos y obtener un resultado pertinente.

10. **Después de realizar el experimento coja Ud. un puñado de frijoles. ¿Qué puede Ud. afirmar sobre el número de frijoles contenido en tal puño (antes de contar)?**

Se puede afirmar que la cantidad a ser contada será cercana al promedio obtenido

11. **Mencione Ud. alguna ventaja o desventaja de emplear pallares en vez de frijoles en el presente experimento.**

Como ventaja sería más rápido el conteo, sin embargo por su mayor tamaño y forma irregular respecto a los frijoles crearía mayores espacios de vacío que afectarían a la medición

[?]

2. Propagación del Error Experimental

2.1. Objetivo

Determinar el error y su propagación por medio de experimentos, al usar distintos instrumentos de medición.

2.2. Fundamento teórico

- **Medir:** Una medición es comparar la cantidad desconocida que queremos determinar y una cantidad conocida de la misma magnitud, que elegimos como unidad. Al resultado de medir se le denomina medida.
- **Instrumentos de medición:** Es un instrumento que se usa para medir una cantidad física. Los instrumentos de medición se caracterizan por su precisión, exactitud, resolución, apreciación, sensibilidad.
- **Error:** El error de medición es la diferencia que hay entre el valor medido y el valor real. Este puede deberse a diversas causas, entre ellas están los factores ambientales, desgaste o fallo en el diseño del instrumento.
- **Propagación de error:** Es el efecto de variables de incertidumbre en la incertidumbre de una función matemática basada en ellos. Cuando las variables son los valores de mediciones experimentales tienen incertidumbre debido a la medición de limitaciones (por ejemplo, instrumento de precisión), que se propagan a la combinación de variables en la función.

2.3. Materiales



Figura 3: paralelepípedo de metal



Figura 4: Regla

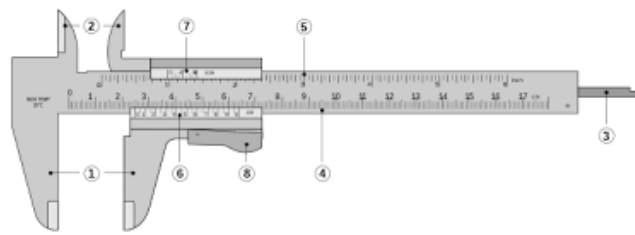


Figura 5: pie de rayo o vernier

2.4. Procedimientos

- Diferenciar entre objeto a medir e instrumentos para medir
- Medir las dimensiones del objeto con la regla graduada en milímetros y anotarlas junto al error correspondiente del instrumento.
- Medir las dimensiones del objeto con el vernier y anotarlas junto al error correspondiente del instrumento.
- Hacer un cuadro que indique las dimensiones, el área y volumen del paralelepípedo medido con la regla y medido con el vernier, indicar sus medidas con su error correspondiente.
- suponga que coloca 100 paralepipedo, apoyando uno sobre otro, formando un gran paralepípedo, denotado así, $A_{100}V_{100}$

2.5. Resultados obtenidos

Incertidumbre de la regla milimetrada:	0,03 cm
Incertidumbre del pie de rey:	0,003

Cuadro 4: Medidas con su inceridumbre

	Medida de la regla milimetrada	Medida delpie de rey
Largo (a)	$(3,20 \pm 0,03)cm$	$(3,200 \pm 0,003)cm$
Ancho (b)	$(3,19 \pm 0,03)cm$	$(3,195 \pm 0,003)cm$
Alto (h)	$(1,25 \pm 0,03)cm$	$(1,261 \pm 0,003)cm$
Area (A)	$(28,90 \pm 0,73)cm^2$	$(29,010 \pm 0,073)cm^2$
Volumen (V)	$(12,76 \pm 0,54)cm^3$	$(12,892 \pm 0,055)cm^3$
a_{100}	$3,20 \pm 0,03$	$3,200 \pm 0,003$
b_{100}	$3,19 \pm 0,03$	$3,195 \pm 0,003$
h_{100}	125 ± 3	$126,1 \pm 0,3$
A_{100}	$1617,92 \pm 53,72$	$1633,267 \pm 4,632$
V_{100}	1276 ± 54	$1289,2 \pm 5,5$

- Cálculo del área total (con la regla)

$$A = 2(h)(a + b) + 2(ab)$$

- Cálculo del volumen (con la regla)

$$V = (a)(b)(h)$$

$$V = (1,25 \pm 0,03)(3,20 \pm 0,03)(3,19 \pm 0,03) = 12,76 \pm 0,54cm^3$$

- Cálculo de área total (con el pie de rey)

$$A = 2(h)(a + b) + 2(a)(b)$$

$$A = 2(1,261 \pm 0,003)((3,200 \pm 0,003) + (3,195 \pm 0,003)) + 2(3,200 \pm 0,003)(3,195 \pm 0,003) = 29,010 \pm 0,073 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del volumen (con el pie de rey)

$$V = (a)(b)(h)$$

$$V = (3,200 \pm 0,003)(3,195 \pm 0,003)(1,261 \pm 0,003) = 12,892 \pm 0,055 \text{ cm}^3$$

- Cálculo de área total de una torre de 100 piezas apiladas

- Cálculo con regla

$$A_{100} = 2(h100)(a + b) + 2(ab)$$

$$A_{100} = 2(125 \pm 3)((3,20 \pm 0,03) + (3,19 \pm 0,03)) + 2((3,20 \pm 0,03)(3,19 \pm 0,03)) = 1617,92 \pm 53,72 \text{ cm}^2$$

- Cálculo con pie de rey

$$A_{100} = 2(h100)(a + b) + 2(ab)$$

$$A_{100} = 2(126,1 \pm 0,3)((3,200 \pm 0,003) + (3,195 \pm 0,003)) + 2(3,200 \pm 0,003)(3,195 \pm 0,003) = 1633,267 \pm 4,632 \text{ cm}^2$$

2.6. Cuestionario

1. ¿ Las dimensiones de un paralelepípedo se pueden determinar con una sola medición? Si no, ¿Cuál es el procedimiento más apropiado?

Enfocándonos en la precisión, no sería recomendable realizar una única medición que determine el tamaño de cada lado del paralelepípedo, sino realizar varias mediciones para minimizar el error.

2. ¿Qué es más conveniente para calcular el volumen del paralelepípedo: una regla en milímetros o un pie de rey?

Lo más conveniente es el pie de rey debido a su mayor precisión en la medición, en la graduación y la forma de medir, de modo que al calcular el volumen la incertidumbre es mucho menor que con una regla.

3. Medición y error experimental

3.1. Objetivos

- Determinar las condiciones para que un péndulo simple tenga su período independiente de su amplitud angular.
- Determinar la relación entre el período y la longitud l del péndulo.
- Construir funciones polinómicas que representen a dicha función.

3.2. Fundamento Teórico

- **Período (T):**

El período mide el tiempo que se tarda en dar una vuelta completa y se mide en segundos. La unidad del periodo en el S.I. es el segundo(s).

- **Frecuencia (f) :**

La frecuencia mide la cantidad de vueltas que se dan en un período de tiempo. La unidad de la frecuencia en el S.I. es el Hertz(s^{-1}).

$$f = \frac{N^{\circ} \text{ ciclos}}{t} = \frac{1}{T}$$

- **Frecuencia angular(w):** Se refiere a la frecuencia del movimiento circular expresada en proporción del cambio de ángulo, y se define como veces la frecuencia. Se expresa en radianes/Segundo, y formalmente, se define con la letra omega minúscula(w) a través de la fórmula:

$$w = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

- **Osilaciones :** Se dice que es una variación, perturbación o fluctuación en el tiempo de un medio o sistema. Si el fenómeno se repite, se habla de oscilación periódica. Una oscilación, en física, química e ingeniería es el movimiento repetido de un lado a otro en torno a una posición central, o posición de equilibrio. El recorrido que consiste en ir desde una posición extrema a la otra y volver a la primera, pasando dos veces por la posición central, se denomina ciclo. El número de ciclos por segundo, Hertz (Hz), se conoce como frecuencia de la oscilación empleada en el movimiento armónico simple.
- **Movimiento Armónico Simple:** Hay muchas situaciones en física en las cuales la fuerza que siente una partícula en cierto sistema es proporcional a un desplazamiento respecto cierto punto “de equilibrio”. Es decir, existen sistemas para los cuales es válida la ley de Hooke.

$$F = -kx$$

- **Péndulo:** Existen muy variados tipos de péndulos que, atendiendo a su configuración y usos, reciben los nombres apropiados: péndulo simple, péndulo compuesto, péndulo cicloidal, doble péndulo, péndulo de Foucault, péndulo de Newton, péndulo balístico, péndulo de torsión, péndulo esférico, etcétera.
- **Péndulo Simple** El péndulo simple es un sistema mecánico que se mueve en un movimiento oscilatorio. Un péndulo simple se compone de una masa puntual m suspendida por una cuerda ligera supuestamente inextensible de longitud l , donde el extremo superior de la cuerda está fijo

3.3. Materiales y equipos de trabajo

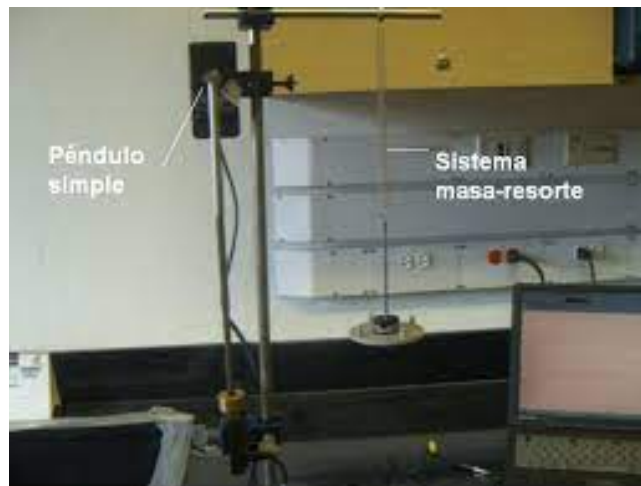


Figura 6: pendulo simple



Figura 7: una regla



Figura 8: un cronometro

3.4. Procedimientos

1. Tome la pieza metálica y con la regla, mida tres veces y en lugares diferentes, el largo, el ancho, el alto, el diámetro mayor y el diámetro menor de los agujeros de la pieza.
2. Tome la pieza metálica y con el pie de rey, mida tres veces y en lugares diferentes, el largo, el ancho, el alto, el diámetro mayor, el diámetro menor, la altura mayor del agujero y la altura menor del agujero.
3. Determine la incertidumbre de la regla y del pie de rey.
4. Con las mediciones realizadas y sus incertidumbres, calcule el área lateral (es decir la suma de las áreas de las caras donde no está el agujero) de la pieza con su incertidumbre respectiva.

3.5. Resultados Obtenidos

Cuadro 5: Tabla de Incertidumbre humana

Activación del cronómetro	Tiempo
1	0,23
2	0,2
3	0,18
4	0,21
5	0,18
6	0,15
Promedio (incertidumbre)	0,19

Cuadro 6: Tabla de resultados de medición del Periodo

	K	L(cm)	T_1	T_2	T_3	T_4	T_k	$(T_k)^2$	
1	20	0,961	0,964	0,949	0,95	0,956	0,914		
2	30	1,233	1,234	1,236	1,222	1,231	1,515		
3	40	1,343	1,345	1,347	1,34	1,34	1,796		
4	50	1,472	1,475	1,486	1,49	1,48	2,190		
5	60	1,598	1,595	1,601	1,594	1,59	2,528		
Continued on next page									

6	70	1,716	1,725	1,721	1,724	1,72	2,958
7	80	1,847	1,84	1,834	1,838	1,83	3,349
8	90	1,947	1,934	1,93	1,932	1,94	3,764
9	100	2,042	2,037	2,031	2,031	2,04	4,162

Representación polinómica de los resultados Método: Ajuste lineal por mínimos cuadrados

1. Preparación de los valores implicados en la operación

Cuadro 7: Tabla de resultados de medición del Periodo

	x	y	xy	x ²	y ²
	20	0,914	18,28	400,000	0,835
	30	1,515	45,45	900,000	2,295
	40	1,796	71,84	1600,000	3,226
	50	2,190	109,5	2500,000	4,796
	60	2,528	151,68	3600,000	6,391
	70	2,958	207,06	4900,000	8,750
	80	3,349	267,92	6400,000	11,216
	90	3,764	338,76	8100,000	14,168
	100	4,162	416,2	10000,000	17,322
Sumatorias	540	23,176	1626,69	38400,000	68,999
Media	60	2,575			

2. Operaciones

$$m = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 0,0394$$

$$b = \bar{y} - m\bar{x} = 0,2138$$

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} = 0,9987$$

$$r^2 = \left(\frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \right)^2 = 0,9973$$

Entonces la Ecuación de la recta hallada es : $y = 0,03935x + 0,21381$

3. De la ecuacion se obtiene y superponiendo las mediciones reales

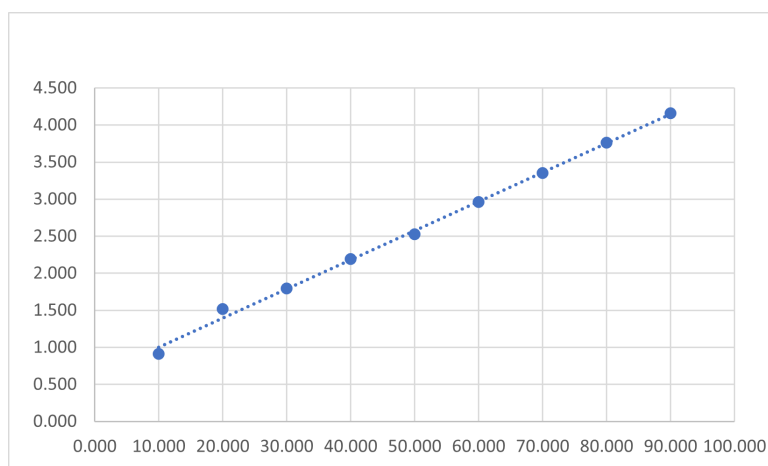


Figura 9: grafica del periodo al cuadrado en funcion de la longitud

3.6. Cuestionario

- a) **Anteriormente se le ha pedido que para medir el periodo suelte la masa del péndulo. ¿Qué sucede si en vez de ello lanza la masa?**
Si se lanza la masa, se tendría una aceleración inicial que alteraría considerablemente el periodo de oscilación a medir.
- b) **¿Depende el periodo del tamaño que tenga la masa? Explique.**
Una masa de mayor tamaño no representaría un cambio apreciable a la medición del periodo a pesar de la resistencia del aire, siendo esta mínima. Incluso si se desprecia la resistencia del aire, el periodo sería totalmente independiente del objeto.
- c) **Para determinar el periodo (duración de una oscilación completa), se ha pedido medir la duración de 10 oscilaciones y de allí determinar la duración de una oscilación. ¿Por qué no es conveniente medir la duración de una sola oscilación? ¿Qué sucedería si midiera el tiempo necesario para 50 oscilaciones?**
 - Primero, no es conveniente medir una única oscilación debido al error humano por el tiempo de reacción, mientras que con 10 oscilaciones es posible predecir el fin de una oscilación y así minimizar el error.
 - Segundo, podría haber más exactitud en la medición pero es más probable que no llegue a las 50 oscilaciones debido a la resistencia del aire y a eso se podría añadir la fatiga humana de medir 50 oscilaciones por repetición.
- d) **¿Cuántas oscilaciones cree que daría el péndulo de longitud 100 cm antes de detenerse?**
Aproximadamente unas 40 oscilaciones antes de detenerse
- e) **Observe que al soltar el péndulo es muy difícil evitar que la masa “rote” ¿Modifica tal rotación el valor del periodo? Va a modificar el valor del periodo medido porque añade momentum extra, sin embargo esa variación sería despreciable.**

3.7. observaciones

- a) Con respecto a la medición de la pieza metálica debemos tomar en cuenta no solo la incertidumbre y el error humano, sino también la forma y disposición de la mesa donde se realiza la medición. por ejemplo sus imperfecciones, como muescas, rayones y deformaciones que pueden afectar los resultados.
- b) La medición de la longitud de la cuerda del péndulo se ve afectada en cierta medida por la elasticidad del material, no solo por la incertidumbre en los instrumentos y el error humano

- c) Las diferentes formas en que se realiza el nudo afectan también a la longitud final del péndulo, ya sea por el ángulo en que se realice o que tan ajustado sea el nudo
- d) la propia masa usada también puede contribuir a la imprecisión debido a que no es una pieza sólida, sino más bien dos piezas unidas que pueden tener algo de movimiento respecto una a la otra (sin embargo es despreciable)
- e) debido a factores como externos como la poca familiaridad con el laboratorio, la programación de un evento que mantenía cierta presión en el horario (la fumigación del laboratorio) e incomodidad general por las alta temperatura, podría verse afectada de forma negativa la capacidad de los participantes para tomar las medidas de forma precisa y consistente.
- f) Los movimientos de los participantes pueden afectar al movimiento del péndulo y a la precisión de las mediciones de la pieza metálica

3.8. Conclusiones

- Aprender a realizar mediciones de forma precisa y tomando en cuenta tanto la incertidumbre como el error humano es muy importante para estudios científicos debido a que es la base de cualquier experimento.
- La manipulación de los instrumentos de medición debe realizarse con cuidado para evitar daños y deformaciones que puedan alterar las mediciones a futuro. Incluso, aunque estas variaciones sean mínimas, al momento de operar resultará en errores más grandes.
- La comunicación es sumamente importante al momento de coordinar quienes realizan la experimentación y quienes registrarán los resultados, y cuales son los parámetros base de la experiencia.
- Antes de la realización del experimento es necesario revisar los materiales a usar y las distintas situaciones y variaciones que estos puedan experimentar. Casos como el uso de una cuerda muy elástica, una mesa irregular, o instrumentos dañados deben evitarse para maximizar la precisión de los resultados.
- Es importante seguir las indicaciones que se dan en el laboratorio y tener la guía a mano a fin de evitar retrasos y confusiones que puedan afectar a los resultados obtenidos del experimento o alargar su duración innecesariamente.

4. Bibliografía

- Serway. Física. Editorial McGraw-Hill (1992).
- Tipler. Física. Editorial Reverté (1994).
- Taylor, J.R. (2014) Introducción al Análisis de errores - reverté, Taylor 2 Muestra.pdf. Disponible en: <https://www.reverte.com/media/reverte/files/book-attachment-3746.pdf> (Accessed: April 14, 2023).