Practico N.º 1 Conservación de la Energía

Autor/es

Gevont Utmazian (gevont.utmazian@estudiantes.utec.edu.uy)

Gastón Breventano (gaston.breventano@estudiantes.utec.edu.uy)

Franco Ferrari (franco.ferrari@estudiantes.utec.edu.uy)

Fecha de realización

13/10/2024

RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo demostrar el principio de conservación de la energía mecánica a través del estudio de un péndulo simple. Se hicieron mediciones de la energía cinética y potencial durante las oscilaciones del péndulo. A partir de los datos que obtuvimos, se observó que la energía mecánica total del sistema se mantuvo constante, validando así el principio de conservación de la energía en un sistema aislado. Este experimento proporciona un entendimiento práctico de cómo la energía se transforma entre sus diferentes formas sin pérdida en un sistema ideal.Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

$$\theta_{\max} = 39.78^\circ$$

$$\omega_{\max} = 2.15\,\mathrm{rad/s}$$

$$L = 0.05335\,\mathrm{m}$$

$$m = 0.05335\,\mathrm{kg}$$

$$h_{\max} = L(1-\cos(\theta_{\max})) = 0.05335\,\mathrm{m}\cdot(1-\cos(39.78^\circ)) = 0.012\,\mathrm{m}$$

$$v_{\max} = \omega_{\max}\cdot L = 2.15\,\mathrm{rad/s}\cdot 0.05335\,\mathrm{m} = 0.1147\,\mathrm{m/s}$$

$$E_{k_{\max}} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2}(0.05335\,\mathrm{kg})(0.1147\,\mathrm{m/s})^2 = 3.5\times10^{-4}\,\mathrm{J}$$

$$E_{p_{\max}} = mgh_{\max} = (0.05335\,\mathrm{kg})(9.81\,\mathrm{m/s^2})(0.012\,\mathrm{m}) = 0.00821\,\mathrm{J}$$

INTRODUCCIÓN

La conservación de la energía es un principio fundamental en la física, que establece que la energía total de un sistema aislado se mantiene constante. Este concepto es esencial para entender diversos fenómenos en el ámbito de la física, con aplicaciones que van desde la ingeniería hasta la astronomía. El experimento realizado con el péndulo simple ofrece una forma clara y visual de observar cómo se transforman la energía cinética y la energía potencial.

Al oscilar, el péndulo convierte energía potencial en energía cinética y viceversa. A medida que el péndulo se eleva, su velocidad disminuye y su energía potencial aumenta; al descender, se produce el fenómeno contrario. El objetivo de este trabajo es demostrar experimentalmente el principio de conservación de la energía mecánica mediante el análisis del péndulo y observar las transformaciones de energía que ocurren durante su movimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

- Péndulo simple (cilindro de masa)
- Sensor de movimiento giratorio
- Balanza para medir la masa del cilindro
- Regla para medir la longitud del péndulo
- Computadora con software de análisis de datos (PASCO y MATLAB)
- Plantilla para la toma de datos

Métodos:

- Se determinó la masa del cilindro utilizando una balanza.
- Se midió la longitud del péndulo (L) desde el centro de rotación hasta el centro de masa.
- Se configuró el sensor de movimiento giratorio para una frecuencia de muestreo de 50 Hz.
- Se registraron los datos de posición angular (θ) y velocidad angular (ω) del péndulo durante su movimiento.
- Se calculó la altura (h) del péndulo utilizando la ecuación:

$$h = L(1 - \cos\theta)$$

- Se calcularon la energía cinética (K) y potencial (U) del péndulo a partir de sus respectivas fórmulas:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

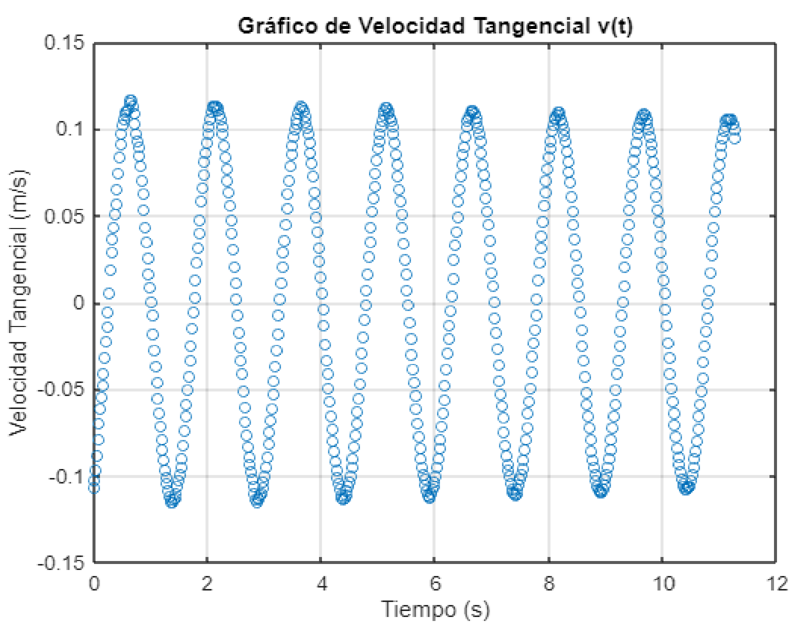
$$U = mgh$$

- Se crearon gráficos de K y U en función del tiempo para analizar su relación y la conservación de la energía mecánica.
- Se calculó la velocidad tangencial $v = \omega r$, donde el radio (r) es igual a L, la longitud del péndulo

RESULTADOS

1. **Velocidad Tangencial del péndulo en función del tiempo**

Figura 1: Velocidad Tangencial



En la *Figura 1*, se presenta la gráfica de la velocidad tangencial v(t) en función del tiempo. La velocidad tangencial del péndulo sigue un comportamiento sinusoidal, típico de los movimientos oscilatorios.

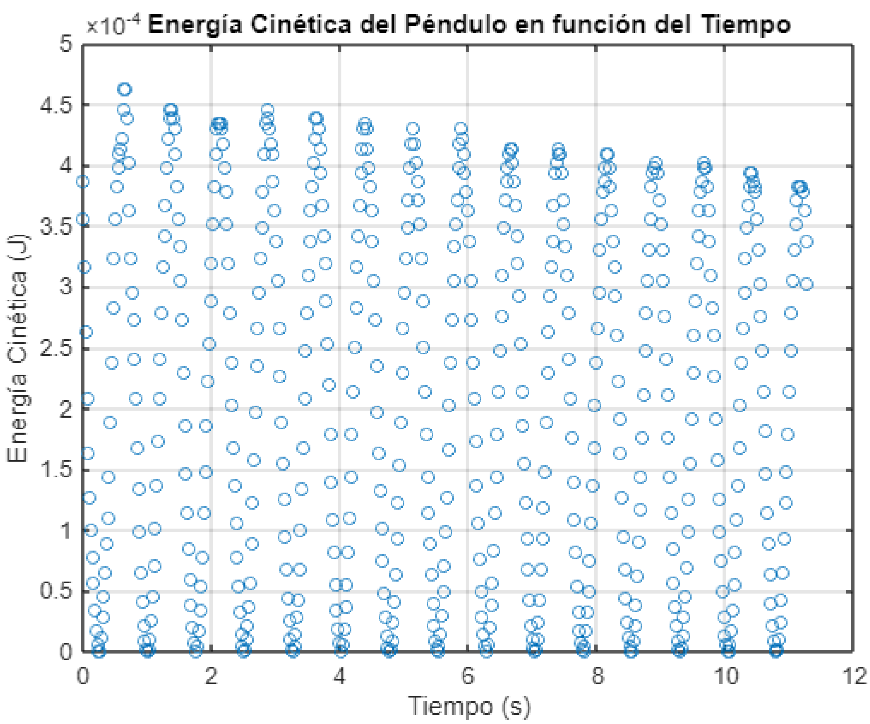
- La velocidad tangencial alcanza su valor máximo cuando el péndulo pasa por su posición más baja, es decir, cuando está en la vertical y la energía potencial es mínima.

Valor de la velocidad máxima: $v_{max} = \omega_{max} \cdot L$

$$v_{max} = 2.15\,\mathrm{rad/s} \cdot 0.05335\,\mathrm{m} = 0.1147\,\mathrm{m/s}$$

2. **Energía Cinética en función del tiempo**

Figura 2: Relación entre la Energía Cinética y el tiempo



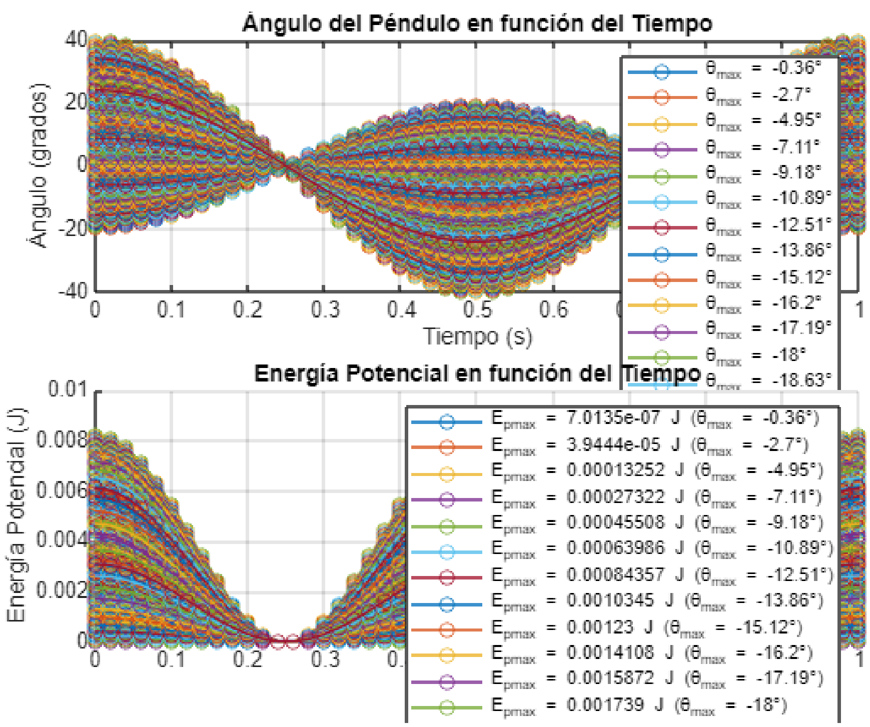
En la *figura 2 la gráfica muestra cómo varía la energía cinética del péndulo en función del tiempo, siguiendo un patrón oscilatorio. La energía es máxima cuando el péndulo pasa por la posición de equilibrio (mayor velocidad) y mínima en los extremos de su movimiento*

$$E_{k_{max}} = \frac{1}{2} m v_{max}^2$$

$$E_{k_{max}} = \frac{1}{2}(0.05335\,\mathrm{kg})(0.1147\,\mathrm{m/s})^2 = 3.51 \times 10^{-4}\,\mathrm{J}$$

3. **Relación entre el Ángulo del Péndulo y el Tiempo - Relación entre la Energía Potencial y el Tiempo**

Figura 3: Ángulo del Péndulo en función del Tiempo - Energía Potencial en función del Tiempo



En la *figura 3* se describe el comportamiento del ángulo del péndulo en función del tiempo, y la energía potencial en función del tiempo.

$$E_p = mgh$$

$$E_{p_{\max}} = mgh_{\max}$$

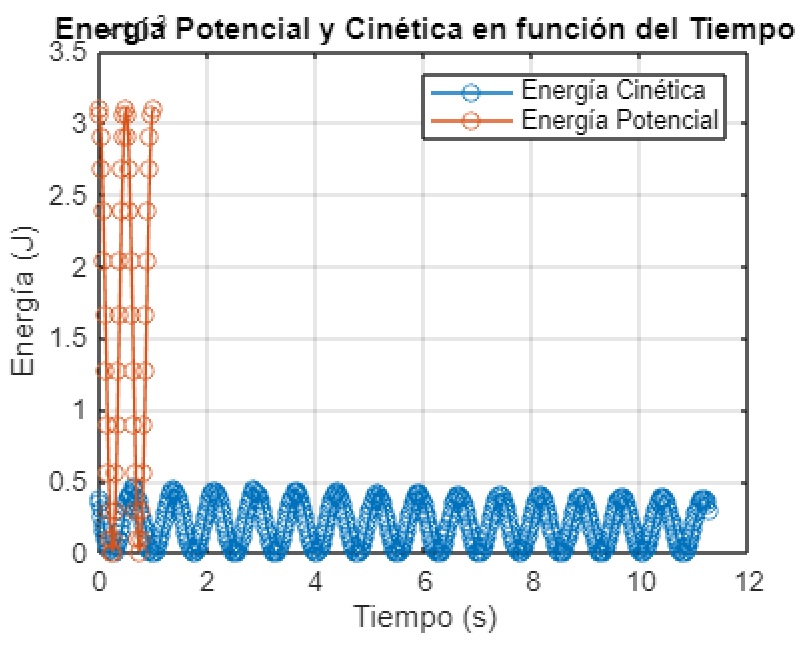
$$h_{\max} = L(1 - \cos(39.78°)) = 0.01232\,\mathrm{m}$$

$$E_{p_{\max}} = (0.06789\,\mathrm{kg})(9.81\,\mathrm{m/s^2})(h_{\max})$$

$$E_{p_{\max}} = 0.00821\,\mathrm{J}$$

4. **Energía Cinética y Energía Potencial**

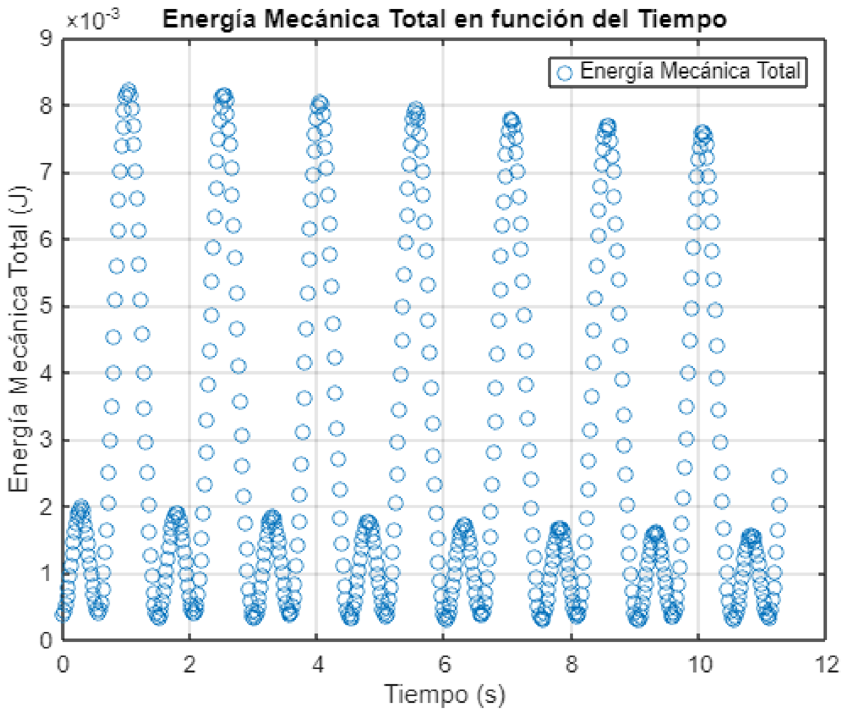
Figura 4: Energía Cinética y Energía Potencial en función del Tiempo



En la *figura 4* se muestra el comportamiento de la energía cinética y la energía potencial en función del tiempo.

5. **Energía Mecánica Total**

Figura 5: Energía Total en función del tiempo



En la *figura 5* se muestra el comportamiento de la energía total que se mantiene constante al no actuar fuerzas no conservativas.

```
% datos
omega = [ Velocidades angulares ] ;
angulos = [ Angulos ] ;

% parámetros del péndulo
L = 0.05335;  % longitud del péndulo en metros
m = 0.06789;  % masa en kg
g = 9.81;     % aceleración gravitacional en m/s²
dt = 0.02;    % Intervalo de tiempo en segundos

% vector de tiempo
t = (0:length(omega)-1) * dt;  % tiempo basado en la
longitud de omega

% calculo de la velocidad tangencial
v = omega * L;  % velocidad tangencial v = ω * L

% encontrar la primera velocidad máxima
v_max = max(v);

% calculo de la energía cinética máxima
energiaCinetica_max = 0.5 * m * v_max^2;

% generar vector de energía cinética en función del
tiempo
energiaCinetica = 0.5 * m * (v.^2);

% graficar la velocidad tangencial en función del tiempo
figure;
plot(t, v, 'o', 'MarkerSize', 5);
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Velocidad Tangencial (m/s)');
title('Gráfico de Velocidad Tangencial v(t)');
grid on;

% graficar energía cinética en función del tiempo
figure;
plot(t, energiaCinetica, 'o-', 'MarkerSize', 5);
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Energía Cinética (J)');
title('Energía Cinética en función del Tiempo');
grid on;

% resultados de energía cinética
fprintf('Velocidad máxima: %.4f m/s\n', v_max);
fprintf('Energía cinética máxima: %.4f J\n\n',
energiaCinetica_max);
```

```
% Cálculo de la altura y energía potencial
h = zeros(size(angulos));
E_p_max = zeros(size(angulos));
figure;

for i = 1:length(angulos)
    % Convertir ángulo máximo a radianes
    theta_max = deg2rad(angulos(i));

    % Calcular la altura h y la energía potencial máxima
    h(i) = L * (1 - cos(theta_max));
    E_p_max(i) = m * g * h(i);

    % Tiempo
    t_theta = 0:dt:1;  % Crear un vector de tiempo

    % Movimiento armónico simple
    theta = theta_max * cos(2 * pi * 1 * t_theta);  %
Movimiento del péndulo

    % Graficar
θ = f(t)
    subplot(2, 1, 1);
    plot(t_theta, rad2deg(theta), 'o-', 'DisplayName',
['θ_{max} = ' num2str(angulos(i)) '°']);
    hold on;
end

% Gráfica del ángulo del péndulo
title('Ángulo del Péndulo en función del Tiempo');
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Ángulo (grados)');
grid on;
legend show;

% Graficar energía potencial en función del tiempo
subplot(2, 1, 2);
hold on;
for i = 1:length(angulos)
    theta_max = deg2rad(angulos(i));
    t_theta = 0:dt:1;
    theta = theta_max * cos(2 * pi * 1 * t_theta);
    E_p = m * g * (L * (1 - cos(theta)));

    plot(t_theta, E_p, 'o-', 'DisplayName', ['E_p_{max}
= ' num2str(E_p_max(i)) ' J (θ_{max} = '
```

```
num2str(angulos(i)) '°')']);
end

title('Energía Potencial en función del Tiempo');
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Energía Potencial (J)');
grid on;
legend show;

% comparación energía potencial máxima y energía
cinética máxima
fprintf('Energía potencial máxima: %.4f J\n',
max(E_p_max));
fprintf('Comparación con la energía cinética máxima:
%.4f J\n\n', energiaCinetica_max);

% Graficar energía potencial y energía cinética juntas
figure;
plot(t, energiaCinetica, 'o-', 'DisplayName', 'Energía
Cinética');
hold on;
plot(t_theta, E_p, 'o-', 'DisplayName', 'Energía
Potencial');
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Energía (J)');
title('Energía Potencial y Cinética en función del
Tiempo');
legend show;
grid on;

% generar vector de energía mecánica total
energiaMecanica = energiaCinetica +
E_p(1:length(energiaCinetica));

% graficar la energía mecánica
figure;
plot(t, energiaMecanica, 'o-', 'DisplayName', 'Energía
Mecánica Total');
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Energía Mecánica Total (J)');
title('Energía Mecánica Total en función del Tiempo');
legend show;
grid on;

% conclusión
fprintf('Conclusión sobre la conservación de energía: La
energía mecánica total se conserva.\n');
```

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Conservación de Energía: Durante el movimiento del péndulo, se observa que la energía potencial y la energía cinética son inversamente proporcionales. A medida que la energía potencial alcanza su máximo en la parte superior de la oscilación, la energía cinética es mínima, y viceversa. Este comportamiento demuestra la conservación de energía en un sistema ideal.

Energía Total: La suma de la energía cinética y la energía potencial (energía mecánica total) se mantiene constante en un sistema ideal, lo que indica que no hay pérdidas de energía. Sin embargo, en la práctica, factores como la fricción y la resistencia del aire pueden causar que la energía total disminuya con el tiempo.

Impacto de la Fricción: En un sistema real, se espera que la energía total tiende a disminuir, lo que resulta en un movimiento de oscilación cada vez más pequeño. Este efecto es importante para entender el comportamiento de sistemas oscilatorios en condiciones reales.

Relación entre Energías: Las gráficas de energía potencial y cinética muestran una oscilación continua donde una energía se convierte en la otra. Esto refuerza el concepto de que la energía se transforma dentro del sistema, pero su total permanece constante en ausencia de pérdidas.

Validación Experimental: Los resultados que obtuvimos en el experimento confirman que se cumple el principio de conservación de la energía mecánica en un péndulo simple. Al observar los gráficos de energía cinética y potencial en función del tiempo, notamos que cuando la energía cinética estaba en su punto más alto, la energía potencial estaba en su punto más bajo, y viceversa. Esto coincide con nuestras expectativas, validando los conceptos utilizados en nuestra investigación.

Comparación con Estudios Previos: Al comparar nuestros resultados con otros estudios, notamos que investigaciones previas sobre péndulos simples han llegado a conclusiones similares. Esto respalda la idea de que, sin fuerzas que no sean conservativas, la energía total se mantiene constante, tal como muestran los modelos teóricos.

BIBLIOGRAFÍA

1. MathWorks(2024), MATLAB ONLINE, MathWorks, Inc. https://matlab.mathworks.com/

Firmado por: Franco Ferrari

Fecha: 5/22/2025