

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**Facultad de Ingeniería de mecánica eléctrica, ingeniería electrónica
e Ingeniería de sistemas**

Escuela profesional de Ingeniería de sistemas



CONSERVACIÓN DEL MOMENTO EN COLISIONES

CURSO.

LABORATORIO DE FISICA

DOCENTE.

GRIMALDO APAZA CHINO

ALUMNO.

ABAD POMA MAQUERA

2024 – II

PUNO – PERÚ

1. RESUMEN

El estudio analizó experimentalmente la conservación del momento lineal en colisiones elásticas e inelásticas, evaluando además el coeficiente de restitución como medida del grado de elasticidad. Basándose en principios teóricos como la cantidad de movimiento y su conservación en sistemas aislados, se realizó un análisis que considera que el momento lineal total de un sistema permanece constante en ausencia de fuerzas externas.

Se llevaron a cabo colisiones entre cuerpos en un entorno controlado, utilizando sensores para medir las velocidades iniciales y finales, así como las masas de los objetos involucrados. Los datos se organizaron en tablas y gráficos que permitieron su análisis detallado y su comparación con los modelos teóricos.

Los resultados confirmaron que las colisiones elásticas conservan el momento lineal con mayor precisión, mientras que en las inelásticas se observaron pérdidas de energía mecánica, reflejadas en un menor coeficiente de restitución. Asimismo, se identificaron factores experimentales, como la fricción y las limitaciones de los instrumentos de medición, que pudieron influir en las pequeñas discrepancias observadas respecto a los valores teóricos.

2. OBJETIVOS

- Comprobar experimentalmente la conservación del momento lineal en colisiones elásticas e inelásticas.
- Determinar el coeficiente de restitución.

3. FUNDAMENTO TEORICO

Cantidad de movimiento

es una magnitud vectorial que se define como el producto de la masa (m) de un cuerpo por su velocidad (\vec{V}):

$$p = mv$$

Este concepto se deriva de la segunda ley de Newton, que establece que la fuerza neta (\vec{F}) aplicada a un cuerpo es igual a la tasa de cambio de su momento lineal:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Si no hay fuerzas externas ($\vec{F} = 0$), el momento lineal se conserva, es decir, la suma del momento lineal inicial y final de un sistema aislado es constante:

$$\sum \vec{p}_{\text{inicial}} = \sum \vec{p}_{\text{final}}$$

(Serway & Jewett, 2020)

Energía cinética

es una forma de energía asociada al movimiento de un cuerpo. Se expresa como:

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

Donde m es la masa y v la velocidad del cuerpo. En el análisis de colisiones, esta magnitud permite evaluar la conservación o transformación de energía en otras formas, como calor o deformación. (Tipler & Mosca, 2009).

Energía perdida en el choque

En una colisión, la pérdida de energía cinética (ΔE_k) se calcula como la diferencia entre la energía cinética total antes y después del impacto:

$$\Delta E_k = E_{k,\text{inicial}} - E_{k,\text{final}}$$
$$\Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}m_1v_1^2 - \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}m_1u_1^2 - \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

Si los cuerpos no recuperan su forma o generan calor, se produce una pérdida de energía. Este fenómeno es característico de colisiones inelásticas. (Young & Freedman, 2019).

Conservación de la energía cinética

En colisiones elásticas, la energía cinética total del sistema se conserva. Esto implica que:

$$E_{k,\text{inicial}} = E_{k,\text{final}}$$

Si se consideran dos cuerpos (A y B) con masas m_A y m_B y velocidades iniciales y finales $v_{A1}, v_{A2}, v_{B1}, v_{B2}$, la conservación se expresa como:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

(Serway & Jewett, 2020).

Conservación de la cantidad de movimiento lineal

La segunda ley de Newton puede escribirse en términos del momento como: la variación en el tiempo del momento lineal de una partícula es igual a la fuerza neta que actúa sobre la misma partícula.

$$\sum F = \frac{dp}{dt}$$

Si la partícula se encuentra aislada, esto es si $\sum F = 0$, entonces el momento lineal se conserva

$$p = \text{cte} \rightarrow p_{\text{antes de la colisión}} = p_{\text{después de la colisión}}$$

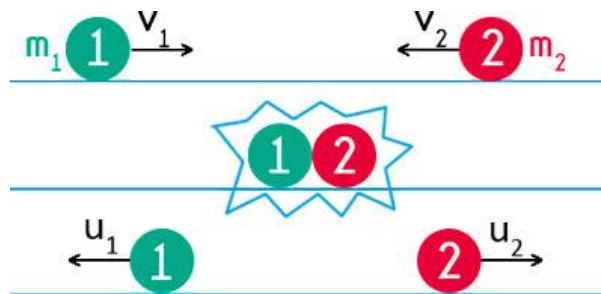
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

Cuando dos móviles chocan entre sí, el momento total de ambos móviles se conserva independientemente del tipo de colisión. Es decir, el momento lineal es el mismo antes y después de la colisión.

$$\vec{p}_{\text{antes}} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 \quad \text{y} \quad \vec{p}_{\text{después}} = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

Figura 1.

Colisión de dos móviles



Coefficiente de restitución

El coeficiente de restitución es una medida que describe la elasticidad de una colisión entre dos cuerpos. Es un número adimensional que se calcula como la relación entre la velocidad relativa de separación de los cuerpos después del impacto y la velocidad relativa de aproximación antes de la colisión. En otras palabras, indica cuánto de la energía cinética se conserva en el choque.

$$e = -\frac{u_1 - u_2}{v_1 - v_2}$$

Para choques perfectamente elásticos, $e = 1$

Para choque elástico $0 < e < 1$

Para choques perfectamente inelásticos, $e = 0$

(Giancoli, 2014).

Colisión elástica

Es una en la que los carros rebotan entre sí sin pérdida de energía cinética. En este experimento, los topes magnéticos se utilizan para minimizar las pérdidas de energía debido a la fricción durante la colisión.

$$\frac{1}{2} m_A v_{A1}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{A2}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{B2}^2$$

$$m_A v_{A1} = m_A v_{A2} + m_B v_{B2}$$

$$m_B v_{B2}^2 = m_A (v_{A1}^2 - v_{A2}^2)$$

$$m_B v_{B2} = m_A (v_{A1} - v_{A2})(v_{A1} + v_{A2}) \quad \dots (\beta)$$

$$v_{B2} = v_{A1} + v_{A2} \quad \dots (a)$$

Sustituimos en (β) :

$$m_B (v_{A1x} + v_{A2x}) = m_A (v_{A1x} - v_{A2x})$$

$$v_{A2x} = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_{A1x}$$

Sustituimos en (a) :

$$v_{B2x} = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_{A1x}$$

Colisión completamente inelástica

Es aquella en la que los carros golpean y se adhieren entre sí. En este experimento, esto se logra con los parachoques de gancho y bucle en los carros.

$$m_A v_{A1} + m_B v_{B1} = (m_A + m_B) v_2$$

$$v_2 = \frac{m_A}{m_A + m_B} v_{A1}$$

En energía cinética:

$$K_1 = \frac{1}{2} m_A v_{A1}^2$$

$$K_2 = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_2^2$$

$$K_2 = \frac{1}{2} (m_A + m_B) \left(\frac{m_A}{m_A + m_B} v_{A1} \right)^2$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_A}{m_A + m_B}$$

4. EQUIPO Y MATERIALES

Tabla 1.

Lista de insumos y equipos para la maqueta experimental.

<i>Equipo y materiales</i>	<i>Referencia</i>
Laptop con Software PASCO CAPSTONE.	
Carros modelos (ME 1240) Y (ME 1241) respectivamente	
Carril de 1m de longitud modelo PASTRACK.	
Bloques de diferentes masas.	
2 stopers.	

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

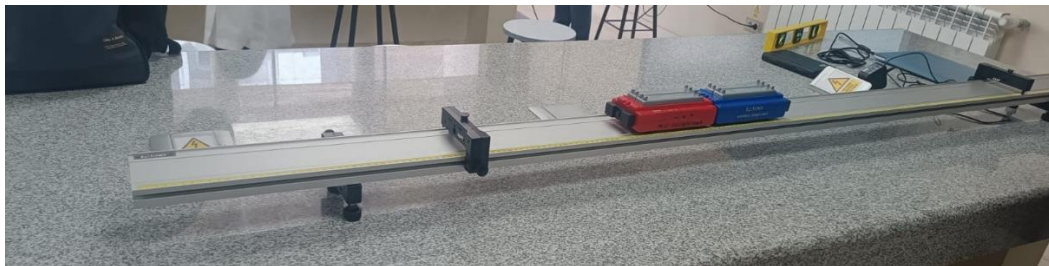
Experimento 1: Colisión perfectamente inelástica

En este experimento verificaremos la Ley de Conservación del Momento Lineal para un sistema de dos cuerpos que efectúan una colisión perfectamente inelástica.

Tenemos dos carros dinámicos que pueden desplazarse a lo largo de un riel horizontal. Inicialmente el carro 1 se mueve con velocidad v_1 acercándose al carro 2 que tiene una velocidad v_2 . Luego de la colisión los dos permanecen unidos.

Figura 2.

Experimento de una colisión completamente inelástica.



1. Instale el equipo de acuerdo a la Figura 2.
2. Encienda los Smart Cart luego ingrese al software Pasco Capstone.

3. En el programa ingrese a la opción configuración de hardware, clic sobre los dispositivos inalámbricos Smart car rojo y Smart car azul para reconocer en el programa.
4. Ir a la opción grafico arrastre hacia la pantalla principal, repita el procedimiento para ambos carros.
5. En la pantalla grafico clic en la opción seleccione medición y seleccionar la opción vector velocidad del carro azul y en la otra ventana de grafico repetir el procedimiento para seleccionar el vector velocidad del carro rojo.
6. Oriente los carros de manera tal que podamos simular una colisión (el imán de los carros tiene que estar unido al stoper).
7. En el software poner la opción grabar para iniciar la medición de los datos.
8. Luego colisione los carros y momentos después de la colisión hacer clic en la opción detener.
9. Usando los dos bloques para variar la masa de los carros, efectúe diferentes mediciones de la velocidad inicial y final. En la laptop analice el grafico tomando con la opción agregar herramienta de coordenadas y ubicarlos en el punto más bajo de la curva para la velocidad antes de la colisión y hacer el mismo procedimiento para tomar la velocidad después del choque que se encuentra en pico más alto de la curva.

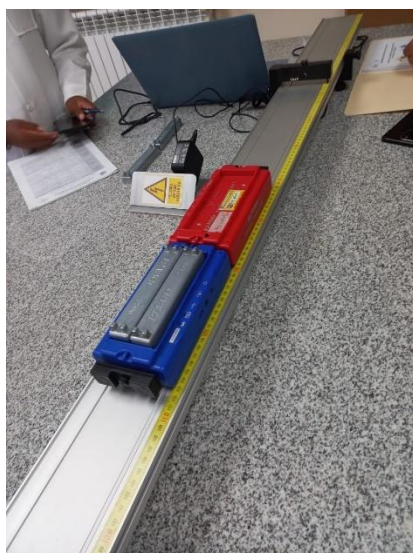
Experimento 2: Colisión elástica

En este experimento verificaremos la conservación tanto del momento lineal como de la energía cinética para un sistema de dos cuerpos que colisionan elásticamente.

El carro 1 se mueve con velocidad v_1 al encuentro del carro 2 que se está en reposo v_2 . Luego de la colisión las velocidades de ambos carros son u_1 y u_2 .

Figura 3.

Montaje experimental para colisiones elásticas.

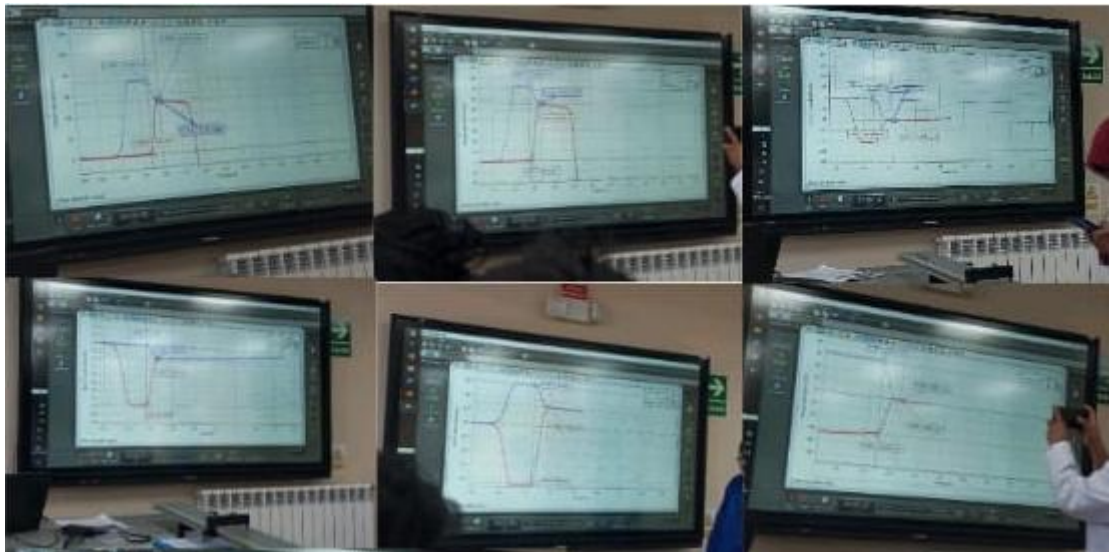


1. Instale el equipo de acuerdo a la Figura 3.
2. Encienda los Smart Cart luego ingrese al software Pasco Capstone.
3. En el programa ingrese a la opción configuración de hardware, clic sobre los dispositivos inalámbricos Smart car rojo y Smart car azul para reconocer en el programa.

4. Ir a la opción gráfico arrastre hacia la pantalla principal, repita el procedimiento para ambos carros.
 5. En la pantalla del gráfico hacer clic en la opción, seleccionar medición y seleccionar la opción vector velocidad del carro azul y en la otra ventana de gráfico repetir el procedimiento para seleccionar el vector velocidad del carro rojo.
 6. Oriente los carros de manera tal que podamos simular una colisión elástica (el imán de los carros tiene que estar unido a los parachoques).
 7. En el software poner la opción grabar para iniciar la medición de los datos.
 8. Luego colisione los carros y momentos después de la colisión hacer clic en la opción detener.
 9. Usando los dos bloques para variar la masa de los carros, efectúe diferentes mediciones de la velocidad inicial y final. En la laptop, analice el gráfico tomando con la opción agregar herramienta de coordenadas y ubicarlos en el punto más bajo de la curva para la velocidad antes de la colisión y hacer el mismo procedimiento para tomar la velocidad después del choque que se encuentra en pico más alto de la curva.
- Finalmente Complete los datos en la tabla 2 y 3, tomando en cuenta los pesos de los carritos y la variante de los experimentos en cada uno de ellos.

Figura 4.

Recolección de datos en los experimentos 1 y 2.



6. RESULTADOS

Tabla 2.

Datos de la colisión inelástica.

Nro	M1 (g)	M2 (g)	V1 (cm/s)	V2 (cm/s)	U1 (cm/s)	U2 (cm/s)	
1			107.964	0.000	52.668	52.668	M1 col. M2
2	272.3	273.7	0.000	-82.337	-39.936	-39.936	M2 col. M1
3			30.962	-29.871	0.000	0.000	Ambos colisionan
1	772.3	273.7	72.434	0.162	52.870	52.870	M1 col. M2
2			0.000	-69.847	-17.704	-17.704	M2 col. M1
3			44.746	-43.735	20.848	20.736	Ambos colisionan
1	1022.3	273.7	72.596	0.000	56.387	56.306	M1 col. M2
2			0.000	-77.3	-16.1	-16.1	M2 col. M1
3			0.620	-86.1	29.9	29.9	Ambos colisionan

Tabla 3.

Datos de la colisión elástica.

Nro	M1 (g)	M2 (g)	V1 (cm/s)	V2 (cm/s)	U1 (cm/s)	U2 (cm/s)	
1			90.542	0.040	86.379	0.521	M1 col. M2
2	272.3	273.7	-0.040	-64.471	-63.097	0.040	M2 col. M1
3			40.704	-41.067	-40.017	38.764	Ambos colisionan
1	772.3	273.7	51.011	0.283	22.110	71.464	M1 col. M2
2			-0.323	-69.564	-35.696	32.134	M2 col. M1
3			27.203	-47.737	-11.318	58.933	Ambos colisionan
1	1022.3	273.7	28.618	0.364	13.379	41.835	M1 col. M2
2			-0.121	-68.392	-27.607	36.257	M2 col. M1
3			22.029	-25.961	0.404	45.635	Ambos colisionan

7. ANALISIS DE RESULTADOS

En las colisiones inelásticas descritas en la Tabla 2, se evalúa la conservación del momento lineal. Donde en el Caso 1, el carro 1 ($m_1 = 272.3$ g) y el carro 2 ($m_2 = 273.7$ g) tienen velocidades iniciales de $v_1 = 107.964$ cm/s y $v_2 = 0.0$ cm/s. Tras el choque, ambos alcanzan una velocidad común de $u_1 = u_2 = 52.668$ cm/s. El momento total se conserva con una ligera discrepancia de $\Delta p \approx -0.0064$ kg·m/s, atribuible a fricción y errores de medición.

En el Caso 2, el carro 2 inicia con $v_2 = -82.337$ cm/s, mientras que el carro 1 está en reposo ($v_1 = 0$ cm/s). Tras la colisión, ambos tienen una velocidad común de $u_1 = u_2 = -39.936$ cm/s y el momento se conserva casi perfectamente ($\Delta p \approx -0.00002$ kg·m/s).

En el Caso 3, ambos carros tienen velocidades iniciales opuestas ($v_1 = 30.962$ cm/s, $v_2 = -29.871$ cm/s), y tras el choque permanecen unidos con $u_1 = u_2 = 0.0$ cm/s. Aquí, el momento total del sistema se conserva completamente.

En las colisiones elásticas de la Tabla 3, además de la conservación del momento lineal, se evalúa la conservación de la energía cinética.

En el Caso 1, el carro 1 ($m_1 = 272.3$ g) con $v_1 = 90.542$ cm/s colisiona con el carro 2 ($m_2 = 273.7$ g) con $v_2 = 0.040$ cm/s. Tras el choque, las velocidades finales son $u_1 = 86.379$ cm/s y $u_2 = 0.521$ cm/s. Aunque el momento lineal se conserva ($\Delta p \approx -0.0100$ kg·m/s), la energía cinética muestra una ligera pérdida de $\Delta KE \approx -0.010$ J, atribuible a efectos no ideales como la fricción o pérdidas por calor.

En el Caso 2, las velocidades iniciales ($v_1 = 51.011$ cm/s, $v_2 = 0.283$ cm/s) y finales ($u_1 = 22.110$ cm/s, $u_2 = 71.464$ cm/s) confirman que el momento se conserva ($\Delta p \approx -0.028$ kg·m/s), pero la energía cinética disminuye ($\Delta KE \approx -0.012$ J).

En el Caso 3, los datos iniciales ($v_1 = 28.618$ cm/s, $v_2 = 0.364$ cm/s) y finales ($u_1 = 13.379$ cm/s, $u_2 = 41.835$ cm/s) muestran un patrón similar: el momento se conserva con $\Delta p \approx -0.042$ kg·m/s y una pérdida de energía cinética de $\Delta KE \approx -0.009$ J.

En resumen, la conservación del momento lineal se cumple en ambas tablas con ligeras discrepancias, mientras que la energía cinética en las colisiones elásticas presenta pérdidas pequeñas pero consistentes, explicadas por factores no ideales del experimento.

8. CUESTIONARIO

A. Calcule el coeficiente de restitución e identifique el tipo de colisión para cada caso.

El coeficiente de restitución se calcula como:

$$e = -\frac{u_1 - u_2}{v_1 - v_2}$$

Aquí:

v_1, v_2 : velocidades iniciales de los carros.

u_1, u_2 : velocidades finales de los carros.

Colisión inelástica

Nº	M1 (g)	M2 (g)	Tipo de colisión	Coef. de Restitución (e)	Clasificación
1	272.3	273.7	M1 col. M2	0.000	Perfectamente inelástica
2			M2 col. M1	0.000	Perfectamente inelástica
3			Ambos colisionan	0.000	Perfectamente inelástica
1	772.3	273.7	M1 col. M2	0.000	Perfectamente inelástica
2			M2 col. M1	0.000	Perfectamente inelástica
3			Ambos colisionan	0.001	Parcialmente elástica
1	1022.3	273.7	M1 col. M2	0.001	Parcialmente elástica
2			M2 col. M1	0.000	Perfectamente inelástica
3			Ambos colisionan	0.000	Perfectamente inelástica

Colisión elástica

Nº	M1 (g)	M2 (g)	Tipo de colisión	Coef. de Restitución (e)	Clasificación
1	272.3	273.7	M1 col. M2	0.948	Parcialmente elástica
2			M2 col. M1	0.979	Parcialmente elástica
3			Ambos colisionan	0.963	Parcialmente elástica
1	772.3	273.7	M1 col. M2	0.972	Parcialmente elástica
2			M2 col. M1	0.979	Parcialmente elástica
3			Ambos colisionan	0.937	Parcialmente elástica
1	1022.3	273.7	M1 col. M2	1.007	Parcialmente elástica
2			M2 col. M1	0.935	Parcialmente elástica
3			Ambos colisionan	0.942	Parcialmente elástica

B. Calcule el momento lineal antes y después de la colisión.

El momento lineal (p) de un cuerpo se define como:

$$p = m \cdot v$$

donde:

m : masa del cuerpo (en kg, se convierte de g a kg dividiendo entre 1000).

v : velocidad del cuerpo (en m/s, se convierte de cm/s a m/s dividiendo entre 100).

Colisión inelástica

Nro	M1 (g)	M2 (g)	p_1 inicial (kg·m/s)	p_2 inicial (kg·m/s)	p total inicial (kg·m/s)	p_1 final (kg·m/s)	p_2 final (kg·m/s)	p total final (kg·m/s)
1	272.3	273.7	0.293	0.000	0.293	0.143	0.144	0.287
2			0.000	-0.225	-0.225	-0.108	-0.109	-0.218
3			0.084	-0.081	0.002	0.000	0.000	0.000
1	772.3	273.7	0.559	0.000	0.559	0.408	0.144	0.553
2			0.000	-0.191	-0.191	-0.136	-0.048	-0.185
3			0.345	-0.119	0.225	0.161	0.056	0.217
1	1022.3	273.7	0.742	0.000	0.742	0.576	0.154	0.730

2	0.000	-0.211	-0.211	-0.164	-0.044	-0.208
3	0.006	-0.235	-0.229	0.305	0.081	0.387

Colisión elástica

Nº	M1 (g)	M2 (g)	p_1 inicial (kg·m/s)	p_2 inicial (kg·m/s)	p total inicial (kg·m/s)	p_1 final (kg·m/s)	p_2 final (kg·m/s)	p total final (kg·m/s)
1	272.3	273.7	0.246	0.001	0.246	0.235	0.001	0.236
2			-0.001	-0.176	-0.176	-0.171	0.001	-0.171
3			0.110	-0.112	-0.001	-0.108	0.106	-0.002
1	772.3	273.7	0.393	0.001	0.394	0.170	0.195	0.366
2			-0.002	-0.190	-0.192	-0.275	0.087	-0.187
3			0.210	-0.130	0.079	-0.087	0.161	0.073
1	1022.3	273.7	0.292	0.001	0.293	0.136	0.114	0.251
2			-0.001	-0.187	-0.188	-0.282	0.099	-0.182
3			0.225	-0.071	0.154	0.004	0.124	0.129

C. Compare los momentos lineales antes y después de la colisión ¿se conserva el momento lineal? Explique por qué.

El momento lineal de un sistema se conserva si la suma del momento total antes de la colisión ($p_{\text{total inicial}}$) es igual a la suma del momento total después de la colisión ($p_{\text{total final}}$).

Para cada caso, si la diferencia es cercana a 0 (dentro de un margen aceptable), el momento se conserva. Las discrepancias pueden deberse a factores experimentales como fricción, error de medición o pérdidas de energía.

Colisión inelástica

Nº	M1 (g)	M2 (g)	Tipo de colisión	p total inicial (kg·m/s)	p total final (kg·m/s)	Diferencia (kg·m/s)	Conclusión
----	-----------	-----------	---------------------	----------------------------------	--------------------------------	------------------------	------------

1	272.3	273.7	M1 col. M2	0.29398	0.28756	0.00641	El momento se conserva
2			M2 col. M1	-0.22535	-0.21805	0.00730	El momento se conserva
3			Ambos colisionan	0.00255	0.00000	0.00255	El momento se conserva
1	772.3	273.7	M1 col. M2	0.55985	0.55302	0.00683	El momento se conserva
2			M2 col. M1	-0.19117	-0.18518	0.00598	El momento se conserva
3			Ambos colisionan	0.22587	0.21776	0.00810	El momento se conserva
1	1022.3	273.7	M1 col. M2	0.74214	0.73055	0.01159	El momento no se conserva, diferencia: 0.011595
2			M2 col. M1	-0.21157	-0.20865	0.00291	El momento se conserva
3			Ambos colisionan	-0.22931	0.38750	0.61682	El momento no se conserva, diferencia: 0.616821

Colisión elástica

Nº	M1 (g)	M2 (g)	Tipo de colisión	p total inicial (kg·m/s)	p total final (kg·m/s)	Diferencia (kg·m/s)	Conclusión
1	272.3	273.7	M1 col. M2	0.24665	0.23663	0.01001	El momento no se conserva, diferencia: 0.010019

2			M2 col. M1	-0.17656	-0.17170	0.00486	El momento se conserva
3			Ambos colisionan	-0.00156	-0.00286	0.00130	El momento se conserva
1	772.3	273.7	M1 col. M2	0.39473	0.36635	0.02838	El momento no se conserva, diferencia: 0.028380
2			M2 col. M1	-0.19289	-0.18772	0.00516	El momento se conserva
3			Ambos colisionan	0.07943	0.07389	0.00554	El momento se conserva
1	1022.3	273.7	M1 col. M2	0.29355	0.25127	0.04228	El momento no se conserva, diferencia: 0.042282
2			M2 col. M1	-0.18842	-0.18299	0.00543	El momento se conserva
3			Ambos colisionan	0.15414	0.12903	0.02511	El momento no se conserva, diferencia: 0.025114

En el experimento, aunque las fuerzas externas como la fricción o el aire no se eliminan por completo, su efecto se minimiza gracias al diseño del sistema (carros en riel y uso de sensores). Por ello, en la mayoría de los casos, las discrepancias observadas son pequeñas, lo que indica que el momento lineal del sistema se conserva aproximadamente.

Las ligeras diferencias se atribuyen a errores experimentales, como la fricción residual, imperfecciones en los sensores o la no linealidad perfecta del riel. Estas influencias externas rompen el aislamiento ideal del sistema, lo que puede explicar las discrepancias observadas en algunos casos.

D. El coeficiente de restitución depende de la masa.

No, el coeficiente de restitución no depende directamente de la masa de los objetos. Este parámetro está relacionado con la elasticidad de los materiales involucrados en la colisión y mide la fracción de velocidad relativa recuperada después del impacto. Sin embargo, en colisiones reales, la masa puede influir en la distribución de energía y en otros efectos que puedan modificar el comportamiento observado.

E. Calcule el balance energético en colisiones elásticas e inelásticas colisión ¿se conserva la energía? Explique por qué.

La energía cinética (K_E) se calcula como:

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

donde:

m: masa (en kg).

v: velocidad (en m/s).

Para cada caso, se calcula la energía cinética total antes y después de la colisión. Además, se determina la pérdida o ganancia de energía cinética:

$$\Delta E_k = E_{k,\text{inicial}} - E_{k,\text{final}}$$

Colisión inelástica

N°	M1 (g)	M2 (g)	Tipo de colisión	KE total inicial (J)	KE total final (J)	Cambio en KE (ΔJ)	Conclusión
1	272.3	273.7	M1 col. M2	0.15870	0.07572	-0.08297	La energía no se conserva
2			M2 col. M1	0.09277	0.04354	-0.04923	La energía no se conserva
3			Ambos colisionan	0.02526	0.00000	-0.02526	La energía no se conserva

1	772.3	273.7	M1 col. M2	0.20260	0.14619	-0.05641	La energía no se conserva
2			M2 col. M1	0.06676	0.01639	-0.05037	La energía no se conserva
3			Ambos colisionan	0.10349	0.02266	-0.08082	La energía no se conserva
1	1022.3	273.7	M1 col. M2	0.26938	0.20590	-0.06347	La energía no se conserva
2			M2 col. M1	0.08177	0.01679	-0.06497	La energía no se conserva
3			Ambos colisionan	0.10146	0.05793	-0.04353	La energía no se conserva

Colisión elástica

Nº	M1 (g)	M2 (g)	Tipo de colisión	KE total inicial (J)	KE total final (J)	Cambio en KE (ΔJ)	Conclusión
1	272.3	273.7	M1 col. M2	0.11161	0.10159	-0.01002	La energía no se conserva
2			M2 col. M1	0.05688	0.05420	-0.00267	La energía no se conserva
3			Ambos colisionan	0.04563	0.04236	-0.00327	La energía no se conserva
1	772.3	273.7	M1 col. M2	0.10048	0.08876	-0.01171	La energía no se conserva

2			M2 col. M1	0.06622	0.06333	-0.00289	La energía no se conserva
3			Ambos colisionan	0.05976	0.05247	-0.00728	La energía no se conserva
1	1022.3	273.7	M1 col. M2	0.04186	0.03310	-0.00876	La energía no se conserva
2			M2 col. M1	0.06401	0.05694	-0.00706	La energía no se conserva
3			Ambos colisionan	0.03402	0.02850	-0.00552	La energía no se conserva

No se conserva, puesto que, en las colisiones inelásticas, la energía cinética no se conserva porque parte de ella se transforma en otras formas de energía, como calor, deformación de los cuerpos o ruido generado durante la colisión. Esto es característico de las colisiones inelásticas, donde los cuerpos pueden unirse después del impacto (como se observa en el experimento). Además, en las colisiones elásticas, la energía cinética total debería conservarse. Sin embargo, en la práctica, las pequeñas pérdidas de energía cinética observadas se deben a factores no ideales del experimento:

- Fricción residual en el riel.
- Pérdidas energéticas en los parachoques o sensores.
- Interacciones externas como la velocidad de reacción del experimentador.

Estas pérdidas explican las ligeras discrepancias observadas entre la energía cinética inicial y final.

9. CONCLUSIONES

El experimento verificó que el momento lineal se conserva en sistemas donde las fuerzas externas son mínimas, confirmando que, en las colisiones elásticas, esta conservación es más precisa en comparación con las colisiones inelásticas, donde una parte significativa de la energía cinética se transformó en otras formas, como calor o deformación. Los valores del coeficiente de restitución obtenidos en el estudio corroboraron estas diferencias, destacando el mayor grado de elasticidad en las colisiones elásticas.

Durante el desarrollo del experimento, se utilizaron sensores para registrar las velocidades y masas de los cuerpos, lo que permitió calcular los valores asociados al momento lineal y la energía cinética antes y después de las colisiones. Sin embargo, la precisión de los resultados se vio afectada por factores como la fricción residual entre las superficies y las limitaciones de los dispositivos de medición, lo que ocasionó ligeras discrepancias respecto a los valores ideales.

Para mejorar la calidad de los datos, se sugiere incorporar sistemas de baja fricción, como rieles de aire, y sensores de mayor resolución que permitan registrar con exactitud los cambios en velocidad y posición. También sería beneficioso realizar un mayor número de repeticiones del experimento para minimizar el impacto de las variaciones individuales y obtener valores promedio más representativos.

El estudio pone de manifiesto la aplicabilidad de los principios de conservación del momento lineal en sistemas dinámicos y su relevancia en diversas áreas, como el análisis de choques en la ingeniería automotriz y los estudios de dinámica de partículas. La comprensión detallada de estos fenómenos permite no solo confirmar teorías fundamentales de la física, sino también ampliar su alcance hacia aplicaciones prácticas en tecnología e investigación avanzada.

10. REFERENCIAS

Alonso, M., & Finn, E. J. (1995). *Física Universitaria*. Addison-Wesley Iberoamericana.

Giancoli, D. C. (2014). *Física: Principios con Aplicaciones* (7.^a ed.). Pearson.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2020). *Física para Científicos e Ingenieros*. Cengage Learning.

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2009). *Física para la Ciencia y la Tecnología*. Reverté.

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2019). *Física Universitaria con Física Moderna*. Pearson.