



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y**  
**SISTEMAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

(Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de la heroica batalla de Junín y Ayacucho)



**TITULO:** CONSERVACION DEL MOMENTO EN COLISIONES

**CURSO:** LABORATORIO DE FISICA I

**DOCENTE:** MACHACA CONDORI ALVARO DIEGO

**NOMBRE:** COAQUIRA IDME TAYLOR YAMPIER

**SEMESTRE:** II    **GRUPO:** "145"

**FECHA:** 13/ 12 /2024

**CODIGO:** 240414

**PUNO – PERÚ**

2024



## INDICE

EXPERIMENTO N°4.....	3
CONSERVACIÓN DEL MOMENTO EN COLISIONES.....	3
1. RESUMEN.....	3
2. OBJETIVOS.....	3
3. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	3
4. EQUIPOS Y MATERIALES .....	5
5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	6
Experimento 1: Colisión perfectamente inelástica.....	6
6. RESULTADOS .....	7
Experimento 2: Colisión elástica .....	8
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	9
8. CUESTIONARIO .....	9
1. Calcule el coeficiente de restitución e identifique el tipo de colisión para cada caso. ....	9
2. Calcule el momento lineal antes y después de la colisión. ....	11
3. Compare los momentos lineales antes y después de la colisión ¿se conserva el momento lineal? Explique por qué.....	12
4. El coeficiente de restitución depende de la masa. ....	12
5. Calcule el balance energético en colisiones elásticas e inelásticas colisión ¿se conserva la energía? Explique por qué.....	13
9. CONCLUSIONES .....	14
REFERENCIAS .....	15



## EXPERIMENTO N°4

### CONSERVACIÓN DEL MOMENTO EN COLISIONES

#### 1. RESUMEN

En este experimento tuvo como objetivo principal comprobar la conservación del momento lineal en colisiones elásticas e inelásticas, así como determinar el coeficiente de restitución en diversos escenarios. Se empleó un sistema de colisiones con carros sobre un carril, midiendo las velocidades iniciales y finales mediante sensores.

#### 2. OBJETIVOS

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

#### 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

##### Cantidad de movimiento

Se define como momento lineal o cantidad de movimiento de un objeto de masa  $m$  que se mueve con velocidad  $v$ , como el producto de su masa por su velocidad.

$$p = mv$$

##### Energía cinética

Es la energía asociada a los cuerpos que se encuentran en movimiento, depende de la masa y de la velocidad del cuerpo.

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

##### Energía perdida en el choque

La energía perdida en la colisión  $\Delta K$  podemos calcular como la diferencia de las energías cinéticas después del choque y antes del choque en el Sistema.

$$\Delta k = k_f - k_i = \frac{1}{2}m_1v_1^2 - \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}m_1u_1^2 - \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

##### Conservación de energía cinética

En un choque elástico la energía cinética se conserva, esto es, la energía cinética inicial es igual a la energía cinética final,  $\Delta K = 0$



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

### Conservación de la cantidad de movimiento lineal

cuando dos móviles chocan la cantidad de momento lineal es el mismo antes del choque a después del choque independientemente del tipo de colisión:

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

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

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

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$$

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.

$$P^{\vec{}}_{\text{antes}} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

$$P^{\vec{}}_{\text{después}} = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$$

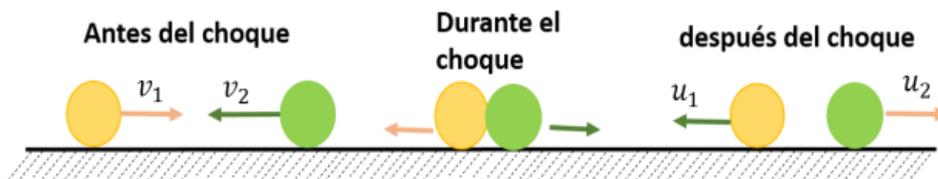


Figura 1. Colisión de dos móviles.

### Coefficiente de restitución

Cuando dos cuerpos chocan, sus materiales pueden comportarse de distinta manera según las fuerzas de restitución que actúen sobre los mismos. Hay materiales cuyas fuerzas restituirán completamente la forma de los cuerpos sin haber cambio de forma ni energía cinética perdida en forma de calor, etc. En otros tipos de choque los materiales cambian su forma, liberan calor, etc., modificándose la energía cinética total.

Se define entonces un coeficiente de restitución ( $e$ ) que evalúa esta pérdida o no de energía cinética, según las fuerzas de restitución y la elasticidad de los materiales.

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

para choques perfectamente elásticos:  $e = 1$

para choque elástico:  $0 < e < 1$

para choques perfectamente inelásticos:  $e = 0$



## Colisión elástica

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

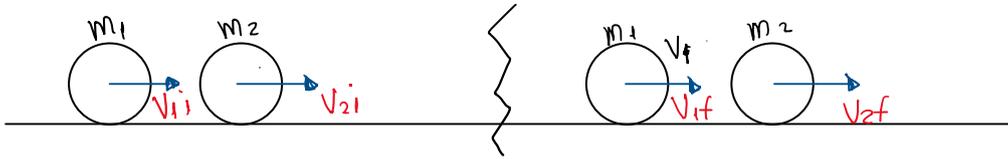


Figura 2. Choque elástico

## 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.

En este laboratorio estudiaremos la ley de conservación del momento lineal de un sistema de dos partículas a través de experimentos simples de colisiones elásticas y perfectamente inelásticas

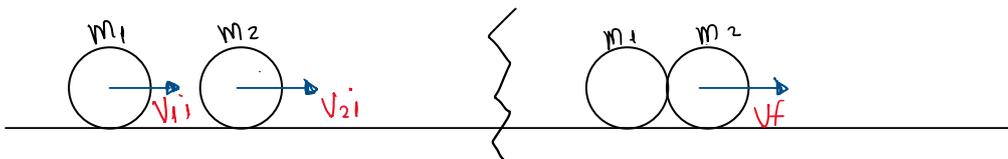
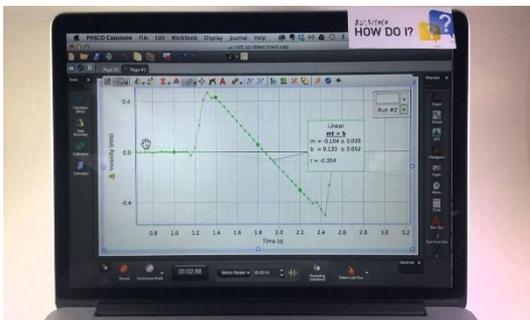


Figura 3. Choque inelástico

## 4. EQUIPOS Y MATERIALES

- Laptop con Software PASCO CAPSTONE.
- Carros modelos (ME 1240) Y (ME 1241)





- 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 (Figura. 2). 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 4. Montaje experimental para colisiones perfectamente inelástico.*



## Procedimiento

1. Instalar el equipo de acuerdo a la Figura 2.
2. Encienda los Smart Cart luego ingrese al software Pasco Capstone.
3. El en 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.
10. Complete los datos en la tabla 01 para la primera prueba con la masa de los carros, para la segunda prueba incremente 250 g sobre ambos carros y finalmente incremente 250 g sobre uno del carro.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Resultado 1

**Tabla 1**

*Tabla de datos colisiones inelásticas*

Nº	$m_1$ (gr) Rojo	$m_2$ (gr) Azul	$v_1$ (cm / s)	$v_2$ (cm / s)	$u_1$ (Cm / s)	$u_2$ (cm / s)
1	273.2	271.7	57,963	0	27,648	0
2			60,954	0	29,386	0
3			53,840	0	24,252	0
1	523.2	521.7	72,070	0	34,964	0
2			49,677	0	23,929	0
3			61,844	0	29,911	0
1	773.2	771.7	47,009	0	22,838	0
2			88,239	0	42,401	0
3			66,259	0	32,054	0



## 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 5.. Montaje experimental para colisiones elásticas.

### Procedimiento

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 grafico arrastre hacia la pantalla principal, repita el procedimiento para ambos carros.
5. En la pantalla del grafico 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.
10. Complete los datos en la tabla 2, para la primera prueba con la masa de los carros, para la segunda prueba incremente 250g sobre ambos carros y finalmente incremente 250 g sobre uno de los carros.



## 6.2 Resultado 2

**Tabla 2**

*Tabla de datos colisiones elásticas*

Nº	$m_1(gr)$ Rojo	$m_2(gr)$ Azul	$v_1(cm / s)$	$v_2(cm / s)$	$u_1(Cm / s)$	$u_2(cm / s)$
1	273.2	271.7	46,241	0	0	37,106
2			64,605	0	0	66,169
3			61,951	0	0	53,113
1	523.2	521.7	58,570	0	0	48,262
2			61,965	0	0	53,800
3			51,617	0	0	42,523
1	773.2	771.7	47,262	0	0	42,846
2			42,048	0	0	39,840
3			49,394	0	0	44,867

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al analizar los resultados de la tabla 1 podemos ver que los carros al final se detienen juntos ya que ambos carros inician con una velocidad, pero al final colisionan y se terminan por adherir.

En la tabla 2, en aquí podemos apreciar que la toda la energía cinética con la avanza el carro 1 se transfiere al carro dos y el carro uno se detiene, pero el carro 2 sigue avanzando debido a la energía del carro 2.

## 8. CUESTIONARIO

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

De la primera podemos hallar el coeficiente de restitución. Del libro de (Naveros L. H., 2023) podemos ver este concepto y fórmula de restitución.

$$e = - \frac{v_{2f} - v_{1f}}{v_{2i} - v_{1i}}$$



Choque elástico:  $e=1$ .

Choque inelástico:  $0 < e < 1$

Choque completamente inelástico  $e=0$ ;

A partir de ese concepto y fórmula hallaremos el coeficiente de restitución.

**Tabla 1**

Nº	$v_1(cm / s)$	$v_2(cm / s)$	$u_1(Cm / s)$	$u_2(cm / s)$	e	Tipo de choque
1	57,963	0	27,648	0	0.476	Choque inelástico
2	60,954	0	29,386	0	0.482	Choque inelástico
3	53,840	0	24,252	0	0.450	Choque inelástico
1	72,070	0	34,964	0	0.485	Choque inelástico
2	49,677	0	23,929	0	0.482	Choque inelástico
3	61,844	0	29,911	0	0.483	Choque inelástico
1	47,009	0	22,838	0	0.486	Choque inelástico
2	88,239	0	42,401	0	0.480	Choque inelástico
3	66,259	0	32,054	0	0.483	Choque inelástico

**Tabla 2**

Nº	$v_1(cm / s)$	$v_2(cm / s)$	$u_1(Cm / s)$	$u_2(cm / s)$	e	Tipo de choque
1	46,241	0	0	37,106	0.801	Choque inelástico
2	64,605	0	0	66,169	1.024	Choque elástico
3	61,951	0	0	53,113	0.857	Choque inelástico
1	58,570	0	0	48,262	0.824	Choque inelástico
2	61,965	0	0	53,800	0.868	Choque inelástico
3	51,617	0	0	42,523	0.824	Choque inelástico
1	47,262	0	0	42,846	0.907 = 1	Choque elástico
2	42,048	0	0	39,840	0.948 = 1	Choque elástico
3	49,394	0	0	44,867	0.907 = 1	Choque elástico



**2. Calcule el momento lineal antes y después de la colisión.**

Para calcular el momento lineal antes y después de la colisión usaremos las siguientes formulas estas fórmulas:

$$P_0 = m_1v_1 + m_2v_2 \text{ y } P_f = m_1u_1 + m_2u_2$$

**Tabla 1**

Nº	$m_1$ Rojo	$m_2$ Azul	$v_1$	$v_2$	$u_1$	$u_2$	$p_i$	$p_f$
1	273.2	271.7	57,963	0	27,648	0	15 834,694	7 548,359
2			60,954	0	29,386	0	16 654,224	8 022,122
3			53,840	0	24,252	0	14 705,236	6 637,932
1	523.2	521.7	72,070	0	34,964	0	37 711,758	18 278,926
2			49,677	0	23,929	0	25 957,687	12 526,405
3			61,844	0	29,911	0	32 358,308	15 640,345
1	773.2	771.7	47,009	0	22,838	0	36 353,201	17 681,286
2			88,239	0	42,401	0	68 138,372	32 754,013
3			66,259	0	32,054	0	51 232,784	24 780,738

**Tabla 2**

Nº	$m_1$ Rojo	$m_2$ Azul	$v_1$	$v_2$	$u_1$	$u_2$	$p_i$	$p_f$
1	273.2	271.7	46,241	0	0	37,106	12 635,493	10 070,470
2			64,605	0	0	66,169	17 665,124	17 965,531
3			61,951	0	0	53,113	16 913,232	14 424,636
1	523.2	521.7	58,570	0	0	48,262	30 611,424	25 168,865
2			61,965	0	0	53,800	32 380,628	28 090,760
3			51,617	0	0	42,523	27 022,558	22 191,977
1	773.2	771.7	47,262	0	0	42,846	36 589,047	33 033,376
2			42,048	0	0	39,840	32 471,289	30 740,627
3			49,394	0	0	44,867	38 222,334	34 631,251



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

#### Tabla 1:

Para los primeros datos que obtuvimos de la tabla 1, el momento lineal antes y después de la colisión parece no conservarse perfectamente, ya que hubo una reducción en el momento lineal después de la colisión. Este comportamiento podría ser explicado por factores como:

- Pérdida de energía debido a deformaciones plásticas, fricción u otros factores.
- Interacción entre los cuerpos (aunque el segundo cuerpo está inicialmente en reposo, el impacto puede generar cambios).

Esto muestra que hubo una pérdida significativa de momento lineal, lo cual sugiere que no se conserva el momento lineal en su totalidad, lo que podría ser indicativo de un choque inelástico (en donde parte de la energía se disipa, por ejemplo, en forma de calor o deformaciones).

#### Tabla 2:

En los segundos datos que obtuvimos de la tabla 2, el momento lineal también muestra una pérdida de momento lineal similar a los primeros datos.

Al igual que en el primer conjunto de datos, el momento lineal después de la colisión no se conserva completamente, lo que nuevamente sugiere que la colisión es inelástica, aunque hay uno que se obtiene que es elástico.

### 4. El coeficiente de restitución depende de la masa.

El coeficiente de restitución ( $e$ ) no depende directamente de la masa de los objetos involucrados en la colisión. Este coeficiente es una medida de la "elasticidad" de una colisión y describe cómo se conserva la velocidad relativa entre los dos cuerpos después de la colisión en comparación con antes de ella.

Ya que como sabemos la fórmula para el coeficiente de restitución es:

$$e = -\frac{v_{2f} - v_{1f}}{v_{2i} - v_{1i}}$$



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

Para este ejercicio solo calcularemos el balance energético para los primeros tres datos de ambas tablas, de las masas:

$$m_1 = 272,3$$

$$m_2 = 273,8$$

**INELASTICO:**

N°	$m_1$ Rojo	$m_2$ Azul	$v_1$	$v_2$	$u_1$	$u_2$	$Ec_i$	$Ec_f$
1	273.2	271.7	57,963	0	27,648	0	459 852 854,737	104 431 407,588
2			60,954	0	29,386	0	506 222 185,612	117 891 383,563
3			53,840	0	24,252	0	395, 778 502,752	80 387 219,484

Con los datos obtenidos, no se conserva la energía. La energía cinética inicial es mucho mayor que la energía cinética final, lo que indica que parte de la energía se ha perdido, lo que es característico de una colisión inelástica.

**ELASTICO:**

N°	$m_1$ Rojo	$m_2$ Azul	$v_1$	$v_2$	$u_1$	$u_2$	$Ec_i$	$Ec_f$
1	273.2	271.7	46,241	0	0	37,106	292 738 099,539	186 673 402,715
2			64,605	0	0	66,169	570 017 829,396	595 623 539,639
3			61,951	0	0	53,113	526 306 148,396	382 355 755,327

Con los datos obtenidos, la energía no se conserva. En el primer y tercer caso, la energía cinética final es menor que la inicial, lo que indica una pérdida de energía. Solo en el segundo caso la energía parece aumentar, lo que no es típico de una colisión elástica ideal. Esto sugiere que las colisiones no son completamente elásticas en los datos proporcionados.



## 9. CONCLUSIONES

En ambos ejemplos vemos que no se conserva la energía, tanto en la tabla 1 y en la tabla 2 , tan solo con el segundo dato se conserva, tal vez sea por factores externos. El coeficiente de restitución calculado indicó que las colisiones fueron inelásticas, En cuanto a la energía cinética, no se conservó completamente durante las colisiones inelásticas, ya que parte de esta energía se transformó en otras formas, como calor y deformación.



## REFERENCIAS

Leyva, H. (2020). *Dinámica de sistemas: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Científica Universitaria.

Naveros, L. H. (2023). *FÍSICA I*. Lima - Peru: MOSHERA S.R.L.