Chicago Físicos

Proyecto Física I

2024

Ayudante: Marcos Meo.

Integrantes:

- María Luz Cabral
- Nahuel Diaz
- Franco Tomás Cippitelli
- Francisco Luis Flaibani
- Brenda Belen Martinez Ocampo
- Yohana Moyano
- Matías David Schwerdt
- Jeremias Eloy Segurado Negrin
- Santiago Vazquez
- Diego José Villarroel

ÍNDICE

Introducción

El básquet es uno de los deportes más populares y practicados en el mundo, con un alcance global que atrae a millones de seguidores. Este deporte se caracteriza por estar profundamente arraigado en los principios físicos, los cuales inciden de manera significativa en cada acción dentro de la cancha.

En el presente informe, nos adentraremos en el análisis de la interacción entre la física y el básquet, examinando su impacto en los aspectos fundamentales del juego.

Como el Grupo “Chicago Físicos”, conformado por diez estudiantes de Ingeniería en Sistemas, nos hemos propuesto el desafío de analizar y demostrar la relevancia de la física en el básquet. A lo largo de este estudio, abordaremos una amplia gama de temas de Física I, llevándolos de la teoría a la práctica a través de experimentos y pruebas realizadas directamente en el contexto del básquet.

Nos basaremos en contenido multimedia generado por nosotros mismos para documentar nuestras investigaciones, utilizando el lenguaje de programación Python para realizar cálculos precisos y desarrollar herramientas que nos permitan profundizar en nuestro análisis.

A lo largo de este informe, explicaremos temas clave como la cinemática, la dinámica, energía y choque. Con este enfoque multidisciplinario, esperamos arrojar luz sobre la intrincada interacción entre la ciencia y el deporte, demostrando cómo el conocimiento de la física puede enriquecer nuestra comprensión y apreciación del básquet en todas sus facetas.

Cinemática

Resumen

Para el estudio de la cinemática, realizamos un experimento en el cual grabamos tres videos en los que se lanza una pelota de básquet al aro:

Video de input de Primer video a analizar

Video de input de Segundo video a analizar

Video de input del Tercer video a analizar

En este experimento, medimos la altura del aro, la altura de la pelota en el instante inicial y la distancia del aro a la pelota. Estos datos nos permitieron calcular la velocidad en el eje X, la velocidad en el eje Y, la altura máxima de la pelota y el tiempo correspondiente a esa altura.

Los resultados obtenidos confirman la precisión y la aplicabilidad de las ecuaciones de cinemática en el análisis del movimiento de una pelota de básquet lanzada hacia el aro. A través de la medición de las distancias y los tiempos, y utilizando las ecuaciones cinemáticas, pudimos calcular las velocidades de la pelota en diferentes puntos de su trayectoria. Además, determinamos la altura máxima alcanzada por la pelota y el tiempo en el que se alcanza esta altura. Estos cálculos no solo corroboran las predicciones teóricas, sino que también validan la utilidad de la cinemática para describir y predecir el comportamiento de objetos en movimiento en situaciones reales.

Introducción

La cinemática desarrolla el formalismo necesario para describir el movimiento de un cuerpo en relación con otro elegido como referencia.

El "observador" (usted) debe definir un sistema de referencia desde el cual analizará el movimiento.

Aplicaremos la cinemática para analizar tres tiros de básquet al aro, descomponiendo el movimiento en diferentes etapas y utilizando ecuaciones cinemáticas para describir la trayectoria de la pelota y predecir su comportamiento.

Todos los videos que se analizarán a continuación involucran las siguientes fórmulas de tiro oblicuo:

- En la dirección de las $\hat{\imath}$

$$v_x(t) = v_{0_x}$$

$$x(t) = v_{0_x} t$$

- En la dirección de las $\hat{\jmath}$

$$v_y(t) = v_{0_y} - gt$$

$$y(t) = y_0 + v_{0_y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

Materiales y métodos

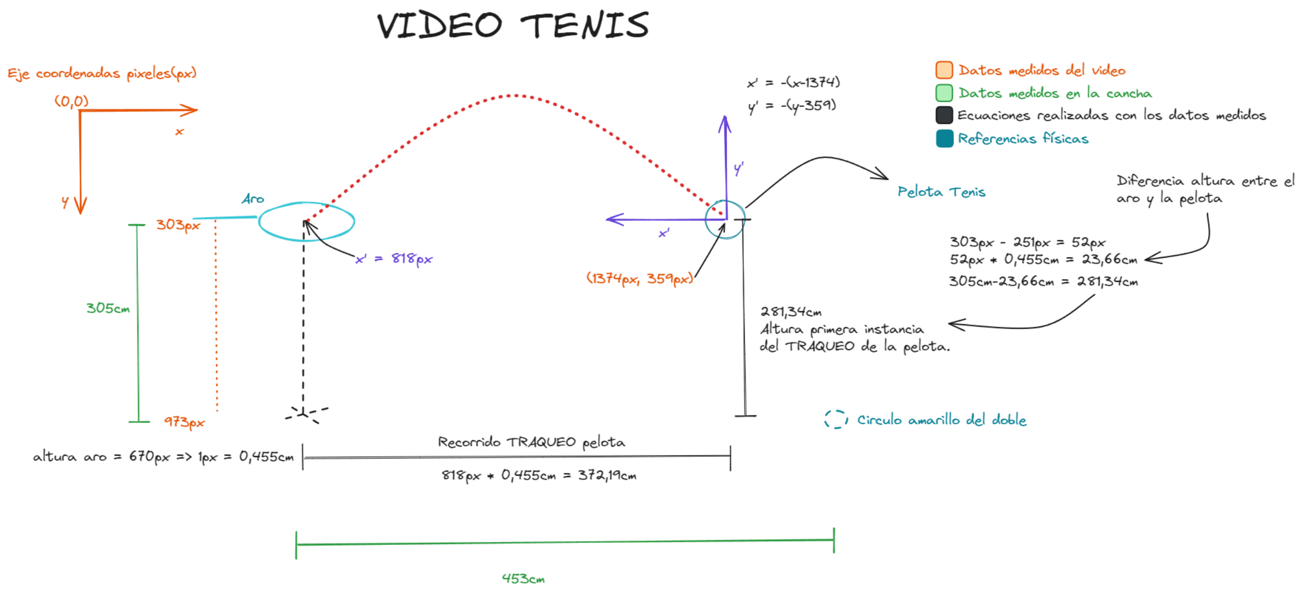
Para dicho estudio, grabamos varios videos en una cancha de básquet con la participación de todos los integrantes del grupo. Requerimos un trípode, un celular, una pelota de básquet y una persona para realizar los tiros al aro. Tomamos las medidas correspondientes en el Sistema Internacional (SI) o MKS: metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s).

Al momento de grabar los videos, medimos la distancia entre el aro y el jugador que lanza la pelota, la altura del aro, la altura del jugador y la altura desde donde sale la pelota. Estas últimas tres medidas se tomaron desde el piso.

Los videos grabados se procesaron con Python para obtener la posición de la pelota en función del tiempo. Cabe aclarar que los ejes de coordenadas cartesianas x e y fueron colocados de tal manera que el punto (0,0) de los ejes se encuentra en el punto desde donde se inicia el movimiento de la pelota. Estas medidas se registraron en una tabla con unidades en píxeles.

Esta unidad complicaba los cálculos, por lo que se decidió calcular la medida aproximada de un píxel en centímetros. Utilizando esta información y la regla de tres simple, transformamos todas las medidas de píxeles a centímetros, y luego convertimos estas medidas a metros.

A continuación, dejamos una imagen que ilustra lo mencionado anteriormente, particularmente en el caso de los lanzamientos de básquet con una pelota de tenis:

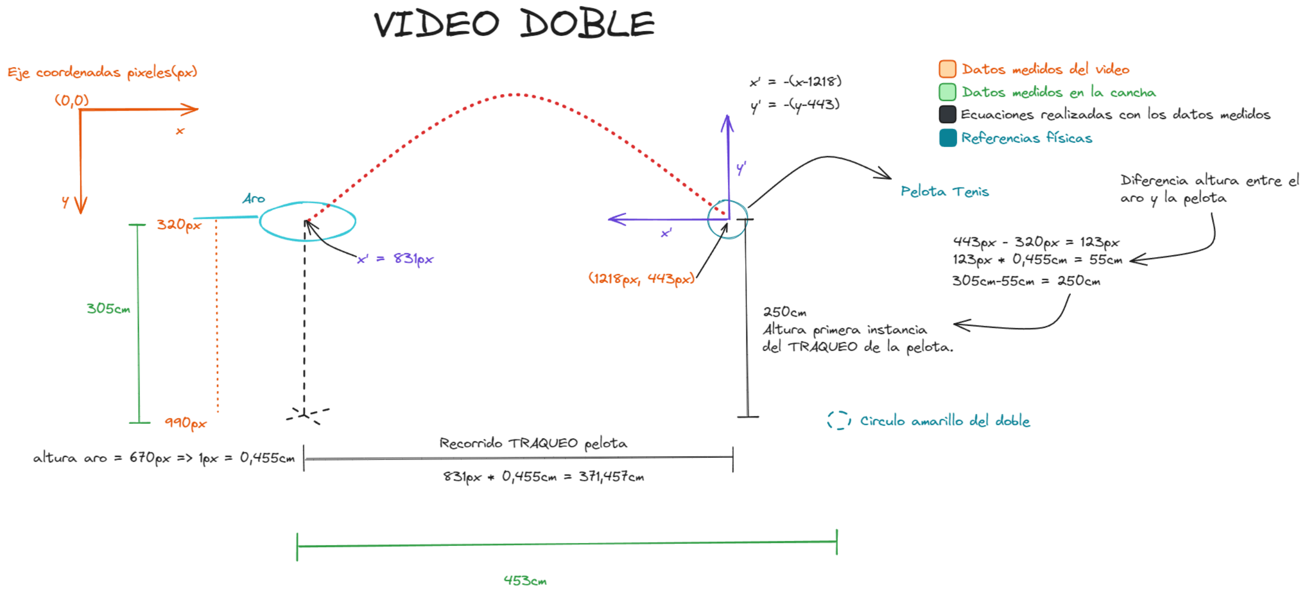


Cálculos y resultados

Primer video

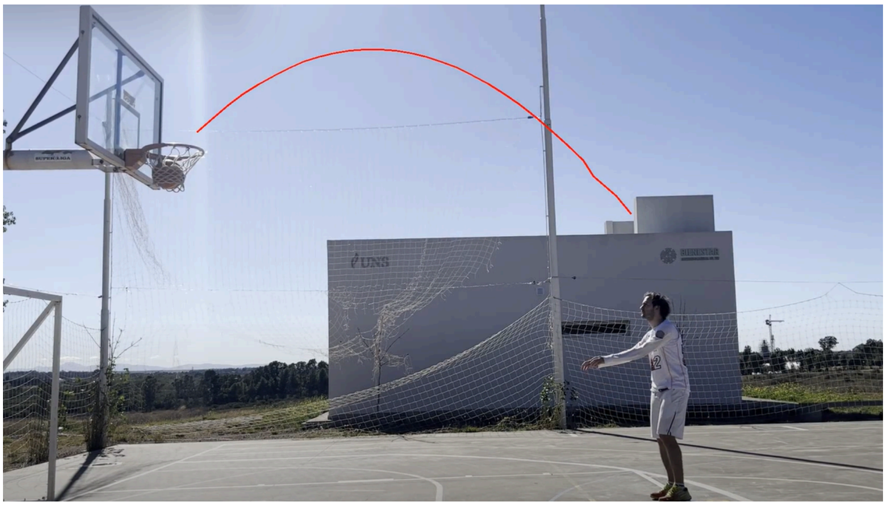
En este primer video (Video de input de Primer video a analizar), se muestra un tiro al aro exitoso realizado con una pelota de básquet. Las medidas correspondientes son:

Estas medidas fueron obtenidas mediante la conversión descrita en la sección "Métodos y Materiales":



Dado que conocemos la altura del aro, la altura del lanzamiento, la distancia del tiro y el tiempo de vuelo, podemos utilizar las ecuaciones de cinemática para resolver la velocidad inicial tanto en el eje x como en el eje y.

Utilizando el lenguaje de programación Python, obtenemos la siguiente trayectoria del tiro:



En nuestro sistema de referencias, el punto (0,0) se encuentra en el arranque de la curva del trackeo. Nuestros datos son los siguientes:

- Tiempo de vuelo: $[0.93 \pm 0.04]s$
- Distancia en el eje X: $[3.71 \pm 0.02]m$
- Distancia en el eje Y: $[2.50 \pm 0.02]m$
- Altura del aro: $[3.05 \pm 0.01]m$
- Distancia desde el punto (0,0) al final del tiro: $[0.55 \pm 0.02]m$

($Distancia(0,0)FinalTiro = AlturaAro - DistanciaEjeY$)

Ahora bien, para calcular la posición vertical y así encontrar la velocidad inicial del tiro vertical, tenemos la siguiente ecuación $y(t) = y_0 + v_{0_y}t - \frac{1}{2}gt^2$, donde y_0 es la posición inicial, v_{0_y} es la velocidad inicial, t es el tiempo. Reemplazando con los datos que tenemos nos queda:

$$0.55m = 0m + v_{0_y} * 0.93s - \frac{1}{2} * 9.81\frac{m}{s^2} * (0.93s))^2$$

$$0.55m = v_{0_y} * 0.93s - 4.242m$$

$$4.792m = v_{0_y} * 0.93s$$

$$\frac{4.792m}{0.93s} = v_{0_y}$$

$$[5.2 \pm 0.4]\frac{m}{s} = v_{0_y}$$

Ahora, analizando el eje x, tenemos que la posición en x es: $x(t) = v_{0_x}t$, donde v_{0_x} es la velocidad inicial y t es el tiempo. Reemplazando con los datos que tenemos, nos queda:

$$3.71m = v_{0_x} * 0.93s$$

$$v_{0_x} = \frac{3.71m}{0.93s}$$

$$v_{0_x} = [4.0 \pm 0.2]\frac{m}{s}$$

Ahora bien, para calcular la altura máxima que alcanza el tiro, debemos saber que esta se obtiene cuando la velocidad vertical es cero. Por lo tanto, utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el tiempo que tarda la pelota en alcanzar la altura máxima:

$$V_y = V_{0_y} - gt$$

$$0\frac{m}{s} = 5.152\frac{m}{s} - 9.81\frac{m}{s^2} * t_{alturaMax}$$

$$-5.152\frac{m}{s} = -9.81\frac{m}{s^2} * t_{alturaMax}$$

$$\frac{-5.152\frac{m}{s}}{-9.81\frac{m}{s^2}} = t_{alturaMax}$$

$$[5.53 \pm 0.04]s = t_{alturaMax}$$

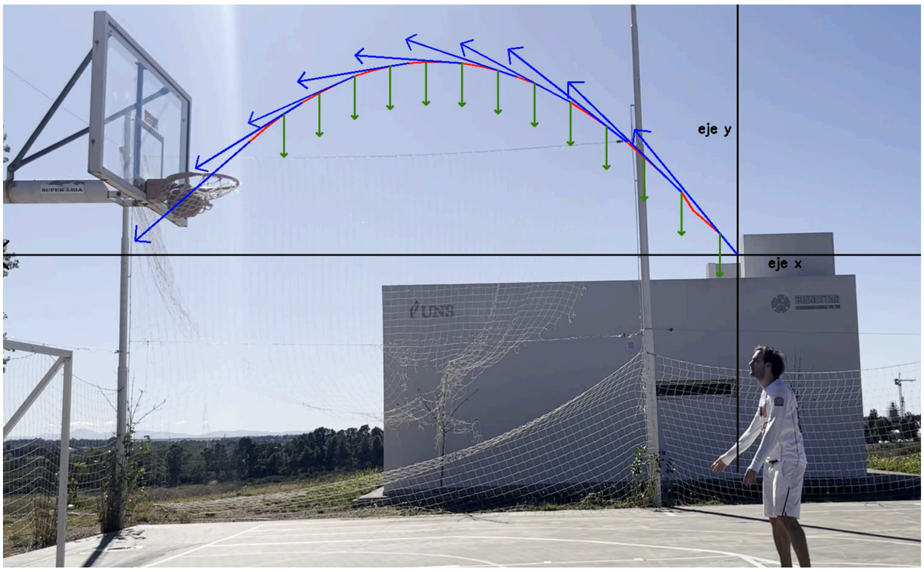
Ahora que conocemos el tiempo en que la pelota llega a su punto más alto, debemos reemplazar este valor en la fórmula de posición del eje Y para calcular la altura máxima alcanzada por la pelota:

$$y_{max} = y_0 + v_{0_y} t_{alturaMax} - \frac{1}{2} g t_{alturaMax}^2$$

$$y_{max} = 0m + 5.152\frac{m}{s} * 0.525s - \frac{1}{2} * 9.81\frac{m}{s^2} * (0.525s)^2$$

$$y_{max} = 2.704m - 1.351m$$

$$y_{max} = [1.35 \pm 0.02]m$$

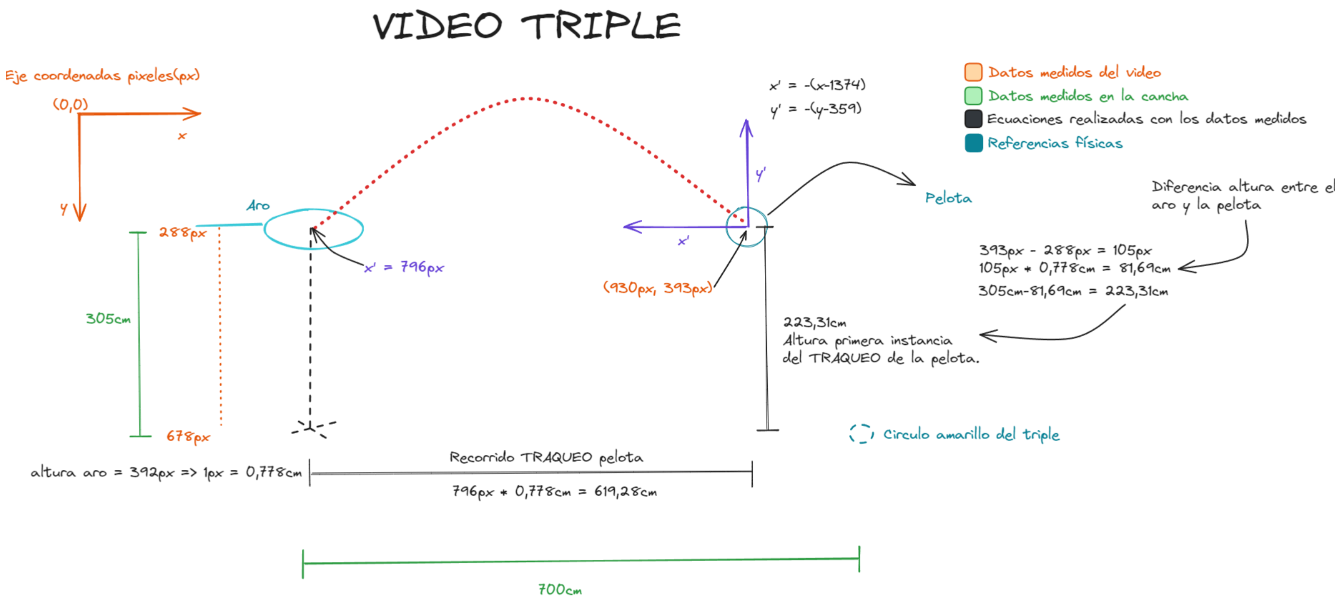


También implementamos en Python la visualización de los vectores de velocidad y aceleración en cada momento, mostrando cómo estos cambian a medida que pasa el tiempo.

Segundo video

En el segundo video (Video de input de Segundo video a analizar) , se muestra un tiro al aro exitoso realizado con una pelota de tenis. Las medidas correspondientes son:

Estas medidas fueron obtenidas mediante la conversión descrita en la sección "Métodos y Materiales":



Dado que conocemos la altura del aro, la altura del lanzamiento, la distancia del tiro y el tiempo de vuelo, podemos utilizar las ecuaciones de cinemática para resolver la velocidad inicial tanto en el eje x como en el eje y.

Utilizando el lenguaje de programación Python, obtenemos la siguiente trayectoria del tiro:

En nuestro sistema de referencias, el punto (0,0) se encuentra en el arranque de la curva del trackeo. Nuestros datos son los siguientes:

- Tiempo de vuelo: $[0.90 \pm 0.04]s$
- Distancia en el eje X: $[3.71 \pm 0.02]m$
- Distancia en el eje Y: $[2.81 \pm 0.02]m$
- Altura del aro: $[3.05 \pm 0.01]m$
- Distancia desde el punto (0,0) al final del tiro: $[0.24 \pm 0.02]m$

($Distancia(0,0)FinalTiro = AlturaAro - DistanciaEjeY$)

Ahora bien, para calcular la posición vertical y así encontrar la velocidad inicial del tiro vertical, tenemos la siguiente ecuación $y(t) = y_0 + v_{0_y}t - \frac{1}{2}gt^2$, donde y_0 es la posición inicial, v_{0_y} es la velocidad inicial, t es el tiempo. Reemplazando con los datos que tenemos nos queda:

$$0.24m = 0m + v_{0_y} * 0.9s - \frac{1}{2} * 9,81\frac{m}{s^2} * (0.9s)^2$$

$$0.24m = v_{0_y} * 0.9s - 3.973m$$

$$4.213m = v_{0_y} * 0.9s$$

$$\frac{4.213m}{0.9s} = v_{0_y}$$

$$[4.7 \pm 0.4]\frac{m}{s} = v_{0_y}$$

Ahora, analizando el eje x, tenemos que la posición en x es: $x(t) = v_{0_x}t$, donde v_{0_x} es la velocidad inicial y t es el tiempo. Reemplazando con los datos que tenemos, nos queda:

$$3.71m = v_{0_x} * 0.9s$$

$$\frac{3.71m}{0.9s} = v_{0_x}$$

$$[4.1 \pm 0.2]\frac{m}{s} = v_{0_x}$$

Ahora bien, para calcular la altura máxima que alcanza el tiro, debemos saber que esta se obtiene cuando la velocidad vertical es cero. Por lo tanto, utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el tiempo que tarda la pelota en alcanzar la altura máxima:

$$V_y = V_{0_y} - gt$$

$$0\frac{m}{s} = 4.681\frac{m}{s} - 9.81\frac{m}{s^2} * t_{alturaMax}$$

$$-4.681\frac{m}{s} = -9.81\frac{m}{s^2} * t_{alturaMax}$$

$$\frac{-4.681\frac{m}{s}}{-9.81\frac{m}{s^2}} = t_{alturaMax}$$

$$[0.48 \pm 0.04]s = t_{alturaMax}$$

Ahora que conocemos el tiempo en que la pelota llega a su punto más alto, debemos reemplazar este valor en la fórmula de posición del eje y para calcular la altura máxima alcanzada por la pelota:

$$y_{max} = y_0 + v_{0_y} t_{alturaMax} - \frac{1}{2} g t^2_{alturaMax}$$

$$y_{max} = 0m + 4.681\frac{m}{s} * 0.477s - \frac{1}{2} * 9.81\frac{m}{s^2} * (0.477s)^2$$

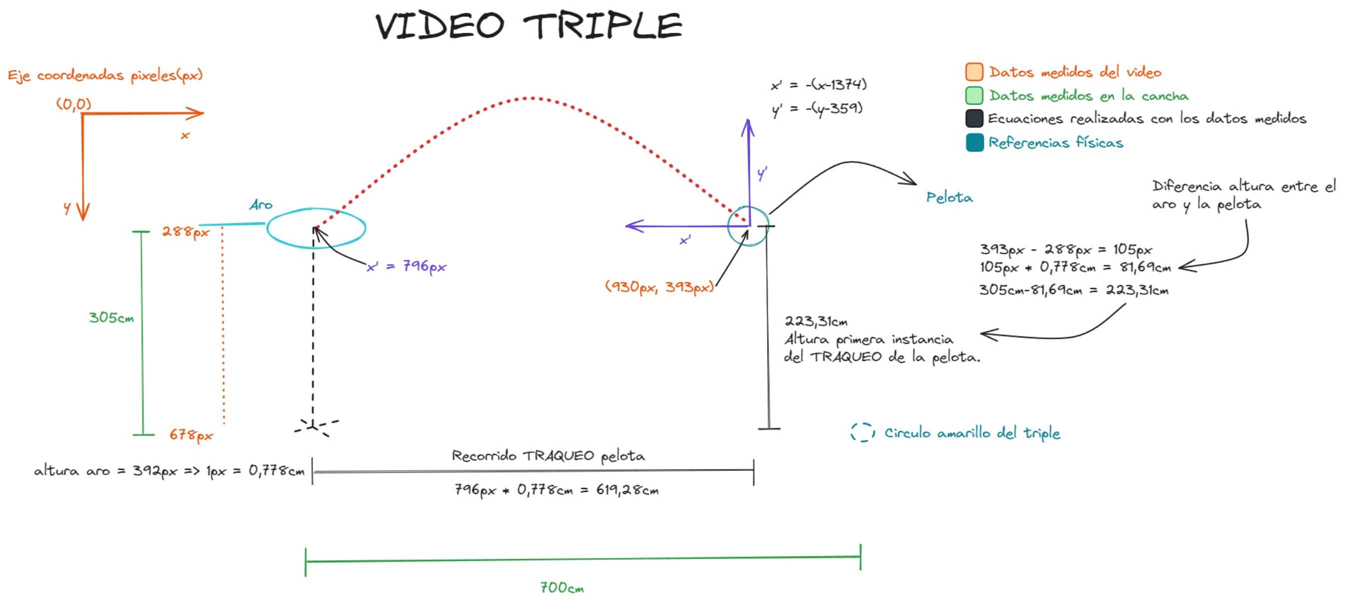
$$y_{max} = 2.232m - 1.116m$$

$$y_{max} = [1.17 \pm 0.02]m$$

Tercer video

Para este último video (Video de input del Tercer video a analizar), realizamos lanzamientos de básquet desde la línea de tres puntos(tiro triple). Las medidas correspondientes son:

Estas medidas fueron obtenidas mediante la conversión descrita en la sección "Métodos y Materiales":



Dado que conocemos la altura del aro, la altura del lanzamiento, la distancia del tiro y el tiempo de vuelo, podemos utilizar las ecuaciones de cinemática para resolver la velocidad inicial tanto en el eje x como en el eje y.

Utilizando el lenguaje de programación Python, obtenemos la siguiente trayectoria del tiro:

En nuestro sistema de referencia, el punto (0,0) se encuentra en el inicio de la trayectoria del seguimiento. Nuestros datos son los siguientes:

- Tiempo de vuelo: $[1.27 \pm 0.04]s$
- Distancia en el eje X: $[6.19 \pm 0.02]m$
- Distancia en el eje Y: $[2.23 \pm 0.02]m$
- Altura del aro: $[3.05 \pm 0.01]m$
- Distancia desde el punto (0,0) al final del tiro: $[0.82 \pm 0.02]m$

  ($Distancia(0,0)FinalTiro = AlturaAro - DistanciaEjeY$)

Ahora bien, para calcular la posición vertical y así encontrar la velocidad inicial del tiro vertical, tenemos la siguiente ecuación $y(t) = y_0 + v_{0_y}t - \frac{1}{2}gt^2$, donde y_0 es la posición inicial, v_{0_y} es la velocidad inicial, t es el tiempo. Reemplazando con los datos que tenemos nos queda:

$$0.82m = 0m + v_{0_y} * 1.266s - \frac{1}{2} * 9.81\frac{m}{s^s}(1.266s)^2$$

$$0.82m = v_{0_y} * 1.266s - 7.909m$$

$$8.729m = v_{0_y} * 1.266s$$

$$\frac{8.729m}{1.266s} = v_{0_y}$$

$$[6.9 \pm 0.4]\frac{m}{s} = v_{0_y}$$

Ahora, analizando el eje x, tenemos que la posición en x es: $x(t) = v_{0_x}t$, donde v_{0_x} es la velocidad inicial y t es el tiempo. Reemplazando con los datos que tenemos, nos queda:

$$6.19m = v_{0_x} * 1.266s$$

$$\frac{6.19m}{1.266s} = v_{0_x}$$

$$[4.9 \pm 0.2]\frac{m}{s} = v_{0_x}$$

Ahora bien, para calcular la altura máxima que alcanza el tiro, debemos saber que esta se obtiene cuando la velocidad vertical es cero. Por lo tanto, utilizaremos la siguiente ecuación para calcular el tiempo que tarda la pelota en alcanzar la altura máxima:

$$V_y = V_{0_y} - gt$$

$$0\frac{m}{s} = 6.899\frac{m}{s} - 9.81\frac{m}{s^2} * t_{alturaMax}$$

$$-6.899\frac{m}{s} = -9.81\frac{m}{s^2} * t_{alturaMax}$$

$$\frac{-6.899\frac{m}{s}}{-9.81\frac{m}{s^2}} = t_{alturaMax}$$

$$[0.70 \pm 0.04]s = t_{alturaMax}$$

Ahora que conocemos el tiempo en que la pelota llega a su punto más alto, debemos reemplazar este valor en la fórmula de posición del eje y para calcular la altura máxima alcanzada por la pelota:

$$y_{max} = y_0 + v_{0_y}t_{alturaMax} - \frac{1}{2}gt^2_{alturaMax}$$

$$y_{max} = 0m + 6.899\frac{m}{s} * 0.703s - \frac{1}{2} * 9.81\frac{m}{s^2} * (0.703s)^2$$

$$y_{max} = 4.849m - 2.424m$$

$$y_{max} = [2.43 \pm 0.02]m$$

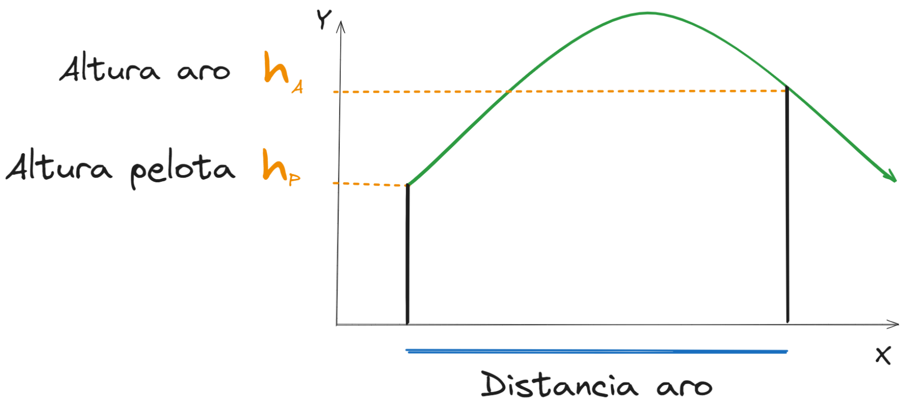
Predicción

En esta sección vamos a hacer una predicción del tiro doble. Para ello vamos a poner a continuación los datos a utilizar:

- h_A (Altura aro): 3.05m
- h_P (Altura pelota): 2.81m
- d_P (Diámetro de la pelota): 0.24m
- d_C (Diámetro de la canasta): 0.5m
- Distancia al aro: 3.722m (longitud medida desde la persona hasta el centro de la canasta)

Y utilizamos esta tabla de valores generada por Curve Fit que se ve más adelante en esta sección de cinemática para el tiro doble.

Ilustramos un poco con el siguiente diagrama donde se tomaron las medidas mencionadas:



Para poder realizar nuestra predicción vamos a utilizar las fórmulas vistas en clase de cinemática:

- $y(t) = y_0 + v_{0_y}t - \frac{1}{2}gt^2$
- $x(t) = x_0 + v_{0_x}t$

Para poder calcular v_{0_x} y v_{0_y} vamos a utilizar los primeros 3 frames de los videos (cuyos valores se ven en la tabla más arriba):

- Primero calculamos v_{0_x}:

$$v_{0_x} = \frac{x_3 - x_1}{t_3 - t_1}$$

$$v_{0_x} = \frac{0.27103m}{1.7017s - 1.635s}$$

$$v_{0_x} = 4.064\frac{m}{s}$$

- Ahora calculemos v_{0_y}:

$$v_{0_y} = \frac{y_3 - y_1}{t_3 - t_1}$$

$$v_{0_y} = \frac{0.324031m}{1.7017s - 1.635s}$$

$$v_{0_y} = 4.858\frac{m}{s}$$

Como conocemos la altura del aro (h_A), la posición inicial la altura de la pelota (h_p) y la velocidad inicial en y (v_{0_y}) podemos calcular el tiempo de vuelo de la pelota y con este calcular entonces su posición en x:

$$h_A = h_p + v_{0_y}t - \frac{1}{2}gt$$

$$3.05m = 2.81m + 4.85\frac{m}{s} * t - \frac{1}{2} * 9.81\frac{m}{s^2} * t^2$$

$$0 = -0.24m + 4.85\frac{m}{s} * t - 4.905\frac{m}{s^2} * t^2$$

Utilizaremos Bhaskara para hallar los 2 valores del tiempo:

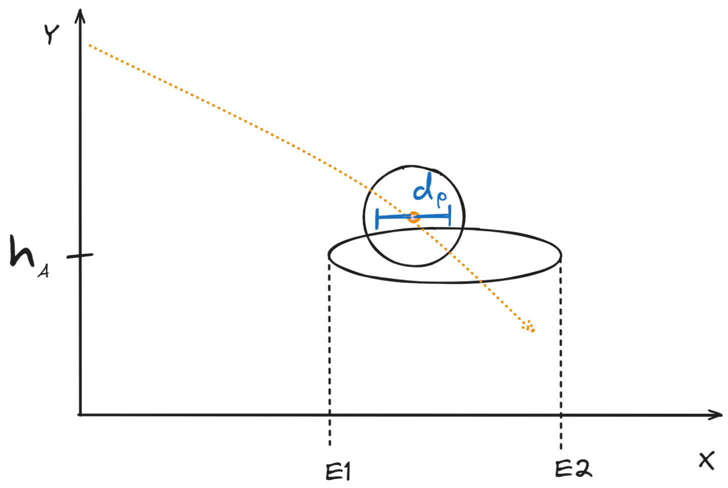
$$t = \frac{-4.858\frac{m}{s} \pm \sqrt{(4.858\frac{m}{s})^2 - 4*(-4.4.905\frac{m}{s^2})*(-0.24m)}}{2*(-4.905\frac{m}{s^2}))}$$

$t_1 = 0.9383s$ y $t_2 = 0.0521s$

Tomaremos el calor de t_1 para calcular los calores de la posición en x:

$$x(t_1) = v_{0_x}t \Rightarrow x(t_1) = 4.064\frac{m}{s} * 0.9383s = 3.8133m$$

Sabiendo que la distancia al aro es desde la persona hasta el centro de la canasta, ahora calcularemos cuales son las distancias hasta el inicio de la canasta (E_1) y hasta el final de la canasta (E_2). se puede ilustrar un como esto con el siguiente gráfico:



Vamos a calcular estos valores E_1 y E_2:

$$E_1 = d_C - r \Rightarrow E_1 = 3.722m - 0.25m \Rightarrow E_1 = 3.472m$$

$$E_2 = d_C - r \Rightarrow E_2 = 3.722m + 0.25m \Rightarrow E_2 = 3.972m$$

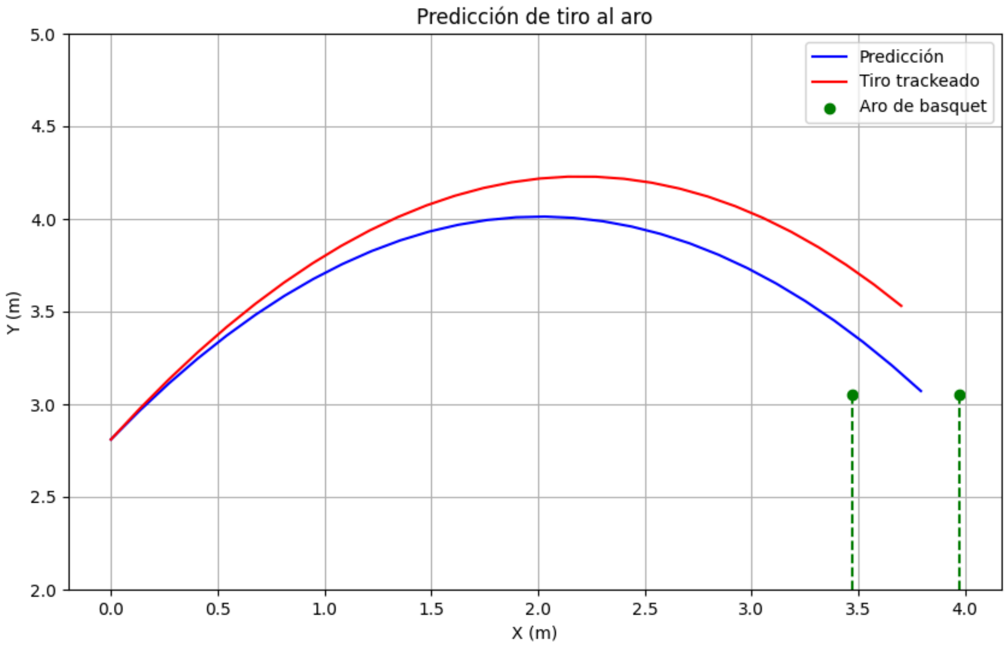
Ahora calculemos cual es el radio de la pelota:

$$r = \frac{d_p}{2} \Rightarrow r = \frac{0.24m}{2} \Rightarrow r = 0.12m$$

Para finalizar, verifiquemos si la pelota entra en el aro, en fórmulas si $x(t_1) + r < E_2$ y si $x(t_1) - r > E_1$.

- ¿$x(t_1) + r < E_2$? $\Rightarrow 3.8133m + 0.12m = 3.9333m < 3.972m$
- ¿$x(t_1) - r > E_1$?$\Rightarrow 3.8133m - 0.12m = 3.6933m > 3.472m$

Como se puede observar, la pelota entra en el rango donde se encuentra la canasta (3.472m,3.972m) y podemos concluir que la pelota entra.



Es importante notar que no se tuvo en cuenta el error en ningún momento en el cálculo de la predicción.

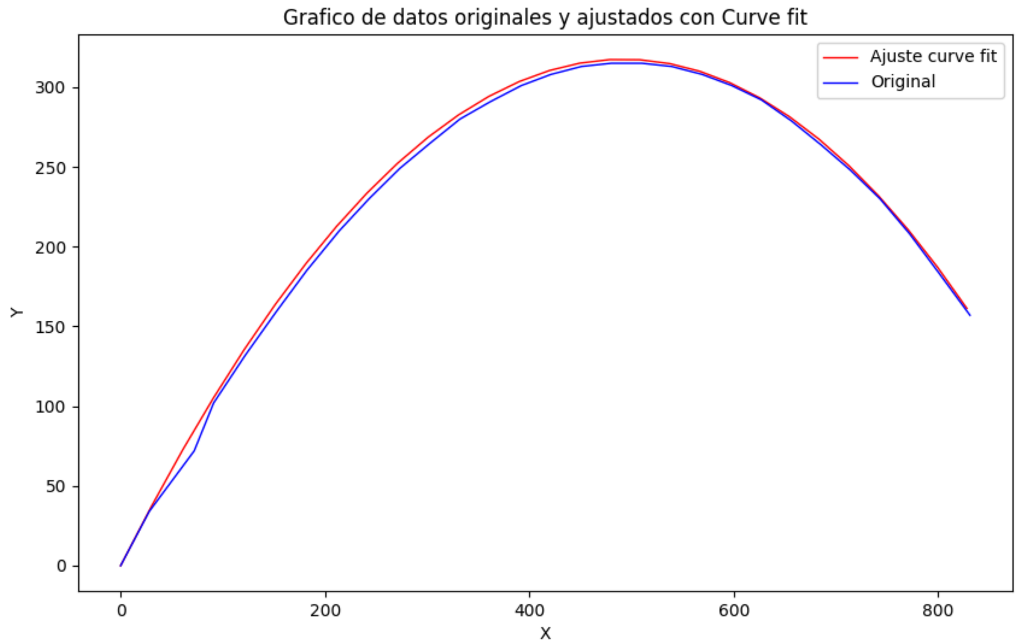
Gráficos

Observamos que los tres tiros corresponden al mismo experimento, con variaciones lógicas en sus resultados. Por lo tanto, ilustraremos los gráficos correspondientes al Primer video (Video de input de Primer video a analizar)

Establecimos que el origen del sistema de ejes cartesianos se ubicará en el primer frame en el que se trackea la pelota. Luego, utilizamos el programa **Curve Fit** para ajustar los datos trackeados a un polinomio de segundo grado, mejorando así la precisión de los datos.

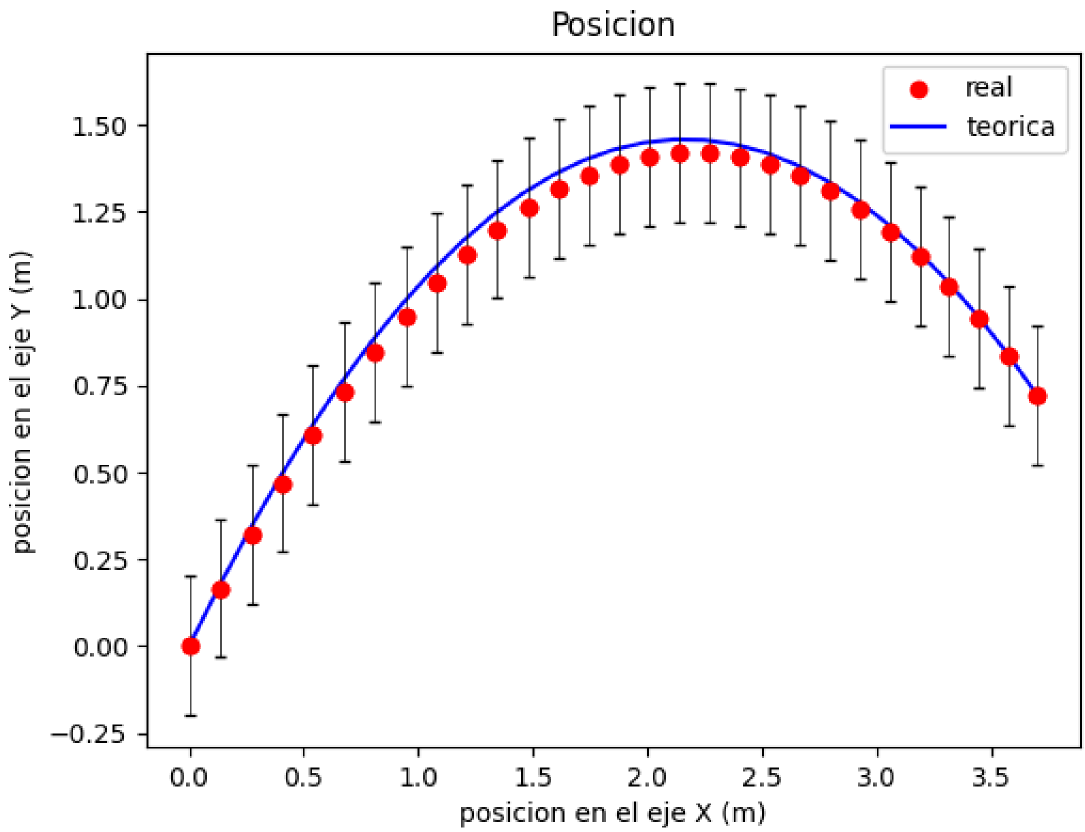
Recordemos que con Python trackeamos las coordenadas X y Y en píxeles en cada frame del video.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la diferencia entre los datos originales y los datos generados con el programa **Curve Fit**.

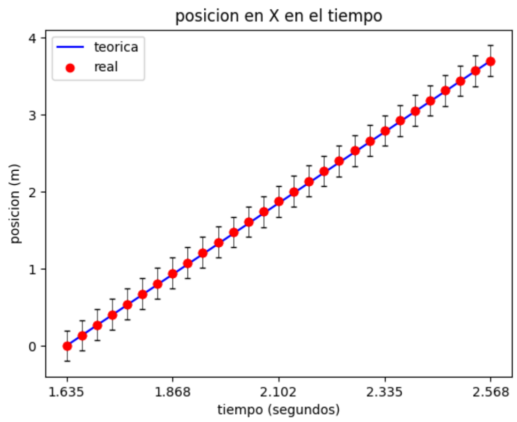


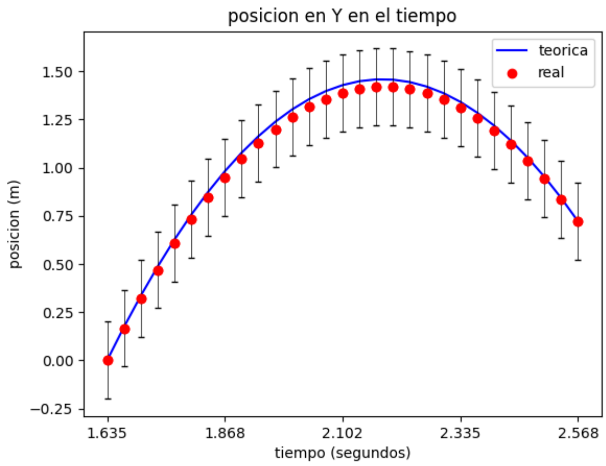
A continuación, vemos el gráfico correspondiente la posición en los ejes X e Y de la pelota, diferenciando los cálculos teóricos de los datos trackeados en Python.

La diferencia observada se debe a que, en teoría, la gravedad es $-9,81\frac{m}{s^2}$, mientras que en los datos trackeados obtenemos $-9,43\frac{m}{s^2}$.

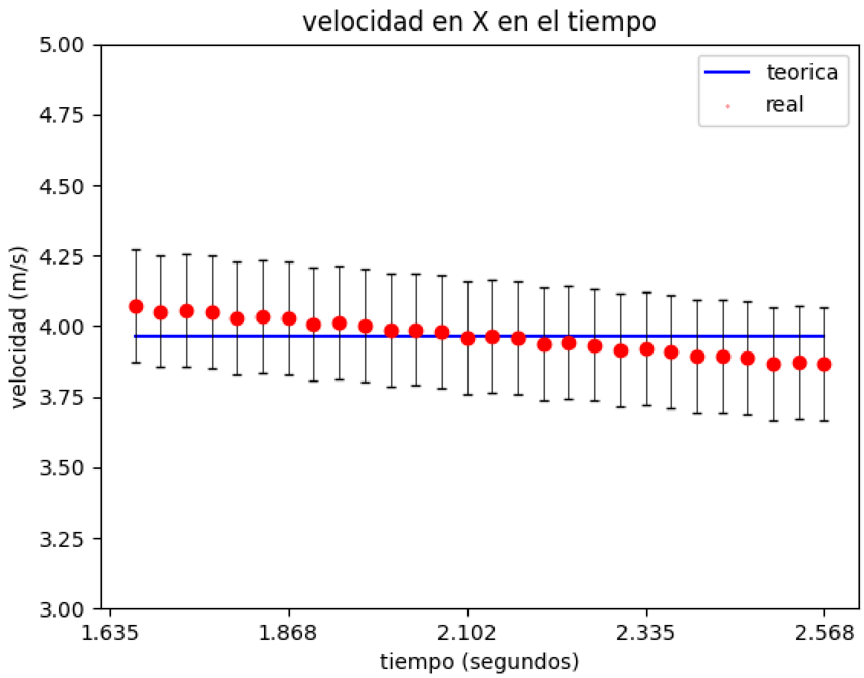


Los siguientes gráficos muestran la posición en el eje X a lo largo del tiempo, donde la diferencia entre los datos teóricos y los trackeados es mínima. Sin embargo, en el gráfico de la posición en el eje Y, se puede ver una leve diferencia. Esto se debe a que la gravedad teórica es $-9,81\frac{m}{s^2}$, mientras que la gravedad trackeada fue $-9,43\frac{m}{s^2}$, como se demostró en el gráfico anteriormente mencionado.

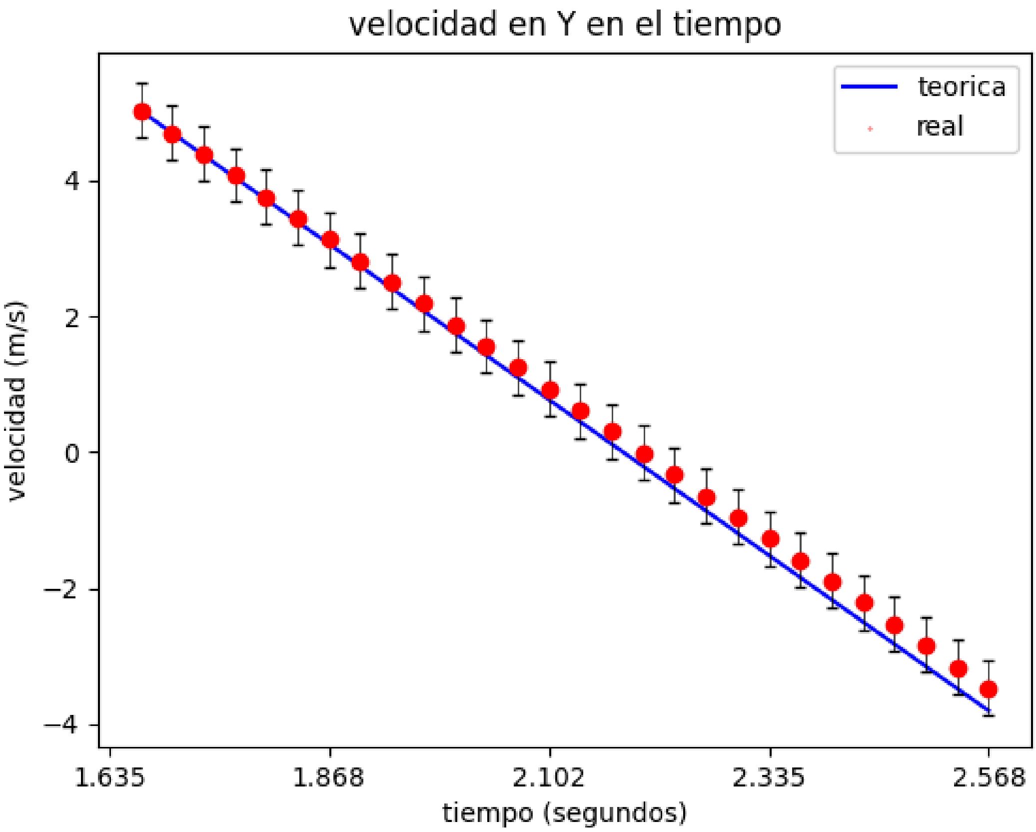




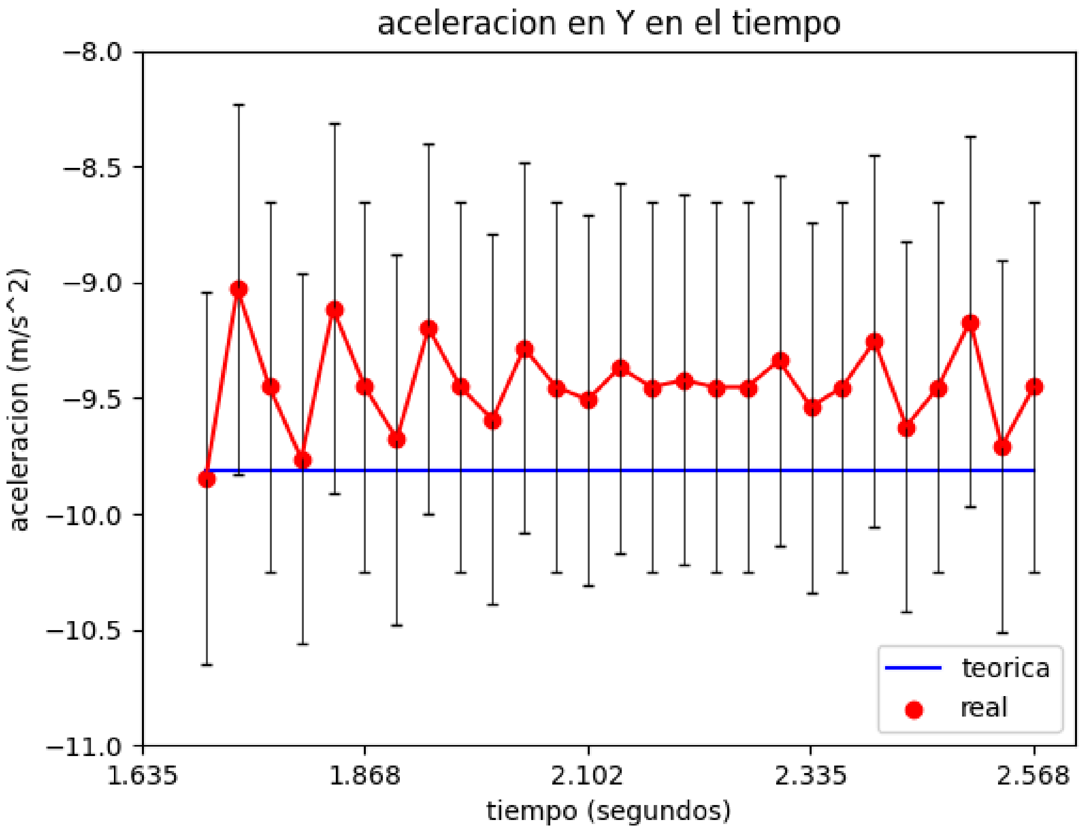
A continuación vemos la evolución de la velocidad en el eje X a lo largo del tiempo. En teoría, la velocidad debería mantenerse constante, de acuerdo con la primera ley de Newton, que establece que la velocidad en X se mantiene constante si no hay fuerzas actuando en esa dirección. Sin embargo, en la práctica, observamos que la velocidad en X ha disminuido levemente debido a la fuerza de rozamiento con el aire, que desacelera la pelota.



En el siguiente gráfico podemos ver la velocidad en eje Y



En el siguiente gráfico podemos ver que la aceleración en Y teórica debería ser igual a la gravedad, es decir, $-9,81\frac{m}{s^2}$. Sin embargo, en los datos trackeados observamos una leve diferencia. Al calcular un promedio de la aceleración en Y trackeada, obtenemos $-9,43\frac{m}{s^2}$.



Discusión

Siguiendo con el análisis de Video de input de Primer video a analizar, discutimos los errores obtenidos y los mostramos de manera teórica. Dicha teoría de error es utilizada, también, para los temas físicos de Dinámica y Energía, ya que analizamos el mismo video.

Los valores obtenidos a través de Python y calculados a partir de estos:

- $C = -0.284080m$
- $t = t_f - t_0 = 2.5683s - 1.6683s = 0.9s$
- $d = x_f - x_0 = 3.700852m - 0.135643m = 3.565209m$
- $1pixel = 0.00447m$

donde C se obtiene de la siguiente ecuación $curve\ fit \Rightarrow A + Bx + Cx^2$ Dicho valor representa el coeficiente del término cuadrático en la función ajustada.

<u>Fórmulas</u>:

1. $x_f = x_0 + v_{0_x} t$

   De esta fórmula podemos obtener las siguientes 2 que van a ser utilizadas más adelante:

   a. $v_{0_x} = \dfrac{x_f - x_0}{t}$
   b. $t = \dfrac{x_f - x_0}{v_{0_x}}$

2. $y_f = y_0 + v_{0_y} t - \dfrac{1}{2} g t^2$

   De esta fórmula podemos obtener esta otra fórmula:

   a. $v_{0_y} = \dfrac{y_f - y_0 + \frac{1}{2} g t^2}{t}$

3. $curve\ fit \Rightarrow A + Bx + Cx^2$

Ahora tomaremos la ecuación 2 reemplazamos el t por la ecuación 1.b:

$$y_f = y_0 + v_{0_y} (\frac{x - x_0}{v_{0_x}}) - \frac{1}{2} g (\frac{x - x_0}{v_{0_x}})^2$$

Vamos ahora a tomar el término $-\dfrac{1}{2} g (\dfrac{x - x_0}{v_{0_x}})^2$ y vamos a trabajarlo:

$$-\frac{1}{2} g \frac{(x - x_0)^2}{v_{0_x}^2} = -\frac{1}{2} g \frac{x^2 - 2 x x_0 + x_0^2}{v_{0_x}^2}$$

Como $x_0 = 0$ nos quedaría de la siguiente manera: $-\dfrac{1}{2} g \dfrac{x^2}{v_{0_x}^2}$

Si tomamos la fórmula 3 (la fórmula de curve fit) noque queda que:

$$-\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_{0_x}^2} = Cx^2$$

Quedando de esta manera:

$$-g\frac{1}{2v_{0_x}^2} = C$$

Trabajando esta igualdad llegamos a que $-2Cv_{0_x}^2 = g$

Utilizando todo lo anterior, ahora calcularemos los errores:

- Error de tiempo:

$$\Delta t = \frac{1}{frame}$$

Para el video del tiro doble:

$$\Delta t = \frac{1}{29.5235} = 0.04s$$

- Error de cinta métrica: 0.01m
- Error Δx:

$$\Delta x = \sqrt{(\delta_{pixelM})^2 + (\delta_{CintaMetrica})^2}$$

$$\Delta x = \sqrt{(0.00447m)^2 + (0.01m)^2}$$

$$\Delta x = \sqrt{0.0000199809m^2 + 0.0001m^2}$$

$$\Delta x = 0.02m$$

$$\Delta x = \Delta d = 0.02m$$

- Error C (curve fit): $\Delta C = 0.006m$
- Error V_x:

$$\Delta V_x = \sqrt{(\frac{\partial V_x}{\partial x}\sigma x)^2 + (\frac{\partial V_x}{\partial t}\sigma t)^2}$$

$$\Delta V_x = \sqrt{(\frac{\partial V_x}{\partial x})^2.(\Delta x)^2 + (\frac{\partial V_x}{\partial t})^2.(\Delta t)^2}$$

$$\Delta V_x = \sqrt{(\frac{1}{t})^2(\Delta x)^2 + (-\frac{d}{t^2})^2(\Delta t)^2}$$

$$\Delta V_x = 0.2\frac{m}{s}$$

- Error V_y:

$$\Delta Vy = \sqrt{((\frac{\partial Vy}{\partial d}^2 * \Delta d^2) + (\frac{\partial Vy}{\partial g}^2 * \Delta g^2) + (\frac{\partial Vy}{\partial t}^2 * \Delta t^2))}$$

$$\Delta Vy = \sqrt{(\ ((\frac{1}{t})^2 * \Delta x^2) + ((\frac{1t}{2})^2 * \Delta g^2) + ((\frac{-d}{t^2} + \frac{1g}{2})^2 * \Delta t^2)\ )}$$

$$\Delta V_y = 0.4\frac{m}{s}$$

- Error gravedad:

$$\Delta g = \sqrt{(((\frac{\partial g}{\partial V_{0x}})^2 * \Delta V_{0x}^2) + (\frac{\partial g}{\partial c}^2 * \Delta c^2))}$$

$$\Delta g = \sqrt{(((-2V_x^2)^2 * \Delta V_{0x}^2) + ((-4 * c * V_{0x})^2 * \Delta c^2))}$$

$$\Delta g = 0.8$$

Conclusión

Para el tema de cinemática, nuestro desafío era observar cómo se aplicaban los conceptos enseñados en las clases teóricas al tiro oblicuo hacia un aro de básquet con diferentes pelotas. Nuestro objetivo final era comparar los datos medidos en el video (a través del trackeo) con los teóricos.

En el proceso, encontramos ciertas dificultades, como las diferencias entre los datos observados mediante el trackeo y lo que ocurre en la vida real, ya que el trackeo no siempre es exacto. Aunque las fórmulas no fueron difíciles de implementar, hubo factores externos y variables múltiples, como el rozamiento (tema correspondiente a dinámica), y la grabación con el sol de frente, que dificultaron el uso correcto del programa (OpenCV).

Estos experimentos demostraron que, aunque las condiciones y las características de las pelotas variaron, las ecuaciones de cinemática describieron adecuadamente el comportamiento de los lanzamientos. Las diferencias en las velocidades, alturas y tiempos reflejan tanto las distintas propiedades de las pelotas como las condiciones de lanzamiento (doble o triple).

Dinámica

Resumen

Para el estudio de dinámica, realizamos un experimento en el cual grabamos un video donde se lanza una pelota de básquet al aro. En dinámica, utilizamos tres conceptos fundamentales: fuerza, masa y aceleración.

En este experimento, calcularemos la fuerza ejercida en el tiro al aro.

Introducción

Hasta ahora, hemos definido magnitudes que nos permitieron describir el movimiento de un cuerpo puntual (CP) respecto a un sistema de referencia (SR). Ahora, nos enfocaremos en estudiar la dinámica.

Comenzaremos explicando los tres conceptos básicos del estudio de dinámica.

- Una **fuerza** es una magnitud física que causa un cambio en el movimiento o la forma de un objeto. Cuando la fuerza empieza a actuar, el cuerpo que estaba quieto comienza a moverse. Si no permitimos que el cuerpo se mueva, la fuerza actuará deformándolo o rompiéndolo.
- La **masa** es una cantidad que indica cuán difícil es acelerar o frenar un cuerpo. También se puede entender la masa como una medida de la tendencia de los cuerpos a mantener su estado de movimiento, lo que en la vida diaria se suele llamar inercia.
- La **aceleración** es una cantidad que nos dice qué tan rápido está aumentando o disminuyendo la velocidad de un cuerpo. Como sabemos de cinemática, si un objeto tiene una aceleración de $10\frac{m}{s^2}$, eso significa que su velocidad aumenta en $10\frac{m}{s}$ por cada segundo que pasa. Por ejemplo, si al principio su velocidad es cero, después de un segundo será de $10\frac{m}{s}$, después de dos segundos será de $20\frac{m}{s}$, y así sucesivamente.

Ahora bien, explorando las causas de los cambios en el estado del cuerpo puntual (CP), tenemos las tres leyes de Newton. Estas leyes son principios físicos que resultan de hechos experimentales.

Primera Ley de Newton : Ley de inercia

Un cuerpo puntual permanece en reposo o continúa en movimiento rectilíneo y uniforme si sobre él no actúan fuerzas desequilibradas.

Segunda Ley de Newton

La aceleración de un cuerpo puntual es proporcional a la fuerza resultante que se ejerce sobre él y tiene la misma dirección y sentido de dicha fuerza.

Tercera Ley de Newton : Principio de accion y reaccion

Las fuerzas de acción y reacción entre cuerpos son de igual intensidad y colineales, pero tienen sentidos opuestos. La validez de estas leyes ha sido verificada mediante numerosas mediciones físicas de gran precisión.

Las dos primeras leyes de Newton son válidas para mediciones efectuadas en un sistema de referencia absoluto, pero deben corregirse levemente cuando se realizan respecto a un sistema de referencia acelerado, como la superficie terrestre. La segunda ley de Newton constituye la base de la mayoría de los análisis en mecánica. Aplicada a un punto material de masa m, sometido a una fuerza resultante F, puede enunciarse en la forma:

$$F = m * a$$

Donde a es la aceleración medida en un sistema de referencia no acelerado. La primera ley de Newton es consecuencia de la segunda, ya que no habrá aceleración si la fuerza es nula, y en tal caso la partícula debe estar en reposo o moviéndose a velocidad constante. La tercera ley constituye el principio de acción y reacción.

Materiales y Métodos

Tomando las medidas correspondientes en el Sistema Internacional (SI) o MKS: metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s), realizamos el experimento (Video de input de Primer video a analizar).

Utilizamos una balanza para obtener la masa de la pelota de básquet, que resultó ser 0.62kg.

Obtuvimos la aceleración en el eje x(a_x) mediante cálculos en Python, y con esta información podemos calcular la fuerza resultante en el eje x.

Teniendo en cuenta el Δx y Δy y la F_X podemos calcular mediante ΔE_{Mec} la F_y y así obtener el módulo de las fuerzas, siendo este $\left\|\vec{F}\right\| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

Cálculos y resultados

Siguiendo con el análisis del vídeo Video de input de Primer video a analizar

obtenemos la pendiente de velocidad

$$pendienteVelocidad = a_x = -0,230499\frac{m}{s^2}$$

La masa de la pelota de basquet es conocida y esta es:

$$m = [0.62 \pm 0.05]kg$$

Sabemos que la fuerza en el eje X es

$$F_x = m.\, a_x$$

reemplazando los datos anteriores obtenemos la fuerza en el eje x

$$F_x = m * a_x = 0.62kg * (-0.230499\frac{m}{s^2}) = [-0.143 \pm 0.003]\frac{kg * m}{s^2}$$

y podemos calcular el delta de la energía mecánica,:

$$\Delta em = em_{final} - em_{inicial} = 12.591022\frac{kg \cdot m^2}{s^2} - 13.941792\frac{kg \cdot m^2}{s^2} = -1,35077\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

el delta X y delta Y respectivamente:

$$\Delta x = x_{final} - x_{inicial} = 3,700852m - 0,135643m = 3,565209m$$

$$\Delta y = y_{final} - y_{inicial} = 0,721181m - 0,167256m = 0,553925m$$

despejando el delta de la energía mecánica en relación al trabajo tenemos la siguiente fórmula, donde llegamos a que el delta de la energía mecánica es igual a la fuerza en x por el delta x más la fuerza en y por el delta y:

$$\Delta em = W_{nc} = \int \vec{F}. d\vec{r} = \int (F_x. dx) + (F_y. dy) = \int (F_x. dx) + \int (F_y. dy) = \quad F_x. \Delta x + F_y. \Delta y$$

que reemplazando nuestros datos obtenemos:

$$\Delta em = F_x * \Delta x + F_y * \Delta y$$

$$F_y = \frac{\Delta em - F_x * \Delta x}{\Delta y} = \frac{(-1.35077J) - (-0.14290\frac{kg*m}{s^2} * 3.565208m)}{0.55392m}$$

$$F_y = [-2 \pm 3]\frac{kg * m}{s^2}$$

Finalmente calculamos el módulo de la fuerza obteniendo el siguiente resultado:

$$\left\|\vec{F}\right\| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(-0.142909461)^2 + (-1.518739)^2} = 1.5254486kg. \frac{m}{s^2}$$

Mediante la ejecución en Python, podemos ver con claridad los resultados obtenidos del estudio anteriormente mencionado y probado. Esto demuestra la relación entre la teoría y la práctica aplicada en dinámica.

```
Pendiente (A): -0.23049913218794013
Intersección (B): 4.453617506328678
Fx: -0.14290946195652288
Delta x: 3.5652089999999994
Fy: -1.5187397211670284
Delta y: 0.5539249999999999
int_fx_dx: -0.5095020999525529
Delta energía mecánica: -1.3507699999999999
Módulo de fuerzas: 1.5254486077764815
```

Por otro lado, como se puede observar en la hoja de cálculo, la velocidad en el eje x varía, mientras que en la teoría debería ser constante. Esto se debe a la fuerza de rozamiento. Como mencionamos anteriormente con la segunda ley de Newton, una fuerza aplicada genera una aceleración en el cuerpo, lo que hace que la velocidad varíe. A continuación, se muestra una parte de la tabla de Excel:

Frame	Pos X(pixel)	Pos Y (pixel)	tiempo (seg)	Pos x (m)	Pos y (m)	Vx(t) (m/seg)
1	0	0	1,635	0	0	
2	28	34	1,6683	0,12516	0,15198	3,758558559
3	72	72	1,7017	0,32184	0,32184	5,888622754
4	91	102	1,735	0,40677	0,45594	2,55045045
5	122	132	1,7683	0,54534	0,59004	4,161261261
6	152	159	1,8017	0,67944	0,71073	4,01497006
7	182	185	1,835	0,81354	0,82695	4,027027027
8	214	210	1,8683	0,95658	0,9387	4,295495495
9	243	230	1,9017	1,08621	1,0281	3,881137725
10	273	249	1,935	1,22031	1,11303	4,027027027
11	303	265	1,9683	1,35441	1,18455	4,027027027

12	332	280	2,0017	1,48404	1,2516	3,881137725
13	362	291	2,035	1,61814	1,30077	4,027027027
14	392	301	2,0683	1,75224	1,34547	4,027027027
15	421	308	2,1017	1,88187	1,37676	3,881137725
16	451	313	2,135	2,01597	1,39911	4,027027027
17	480	315	2,1683	2,1456	1,40805	3,892792793
18	510	315	2,2017	2,2797	1,40805	4,01497006
19	539	313	2,235	2,40933	1,39911	3,892792793
20	569	308	2,2683	2,54343	1,37676	4,027027027
21	598	301	2,3017	2,67306	1,34547	3,881137725
22	627	292	2,335	2,80269	1,30524	3,892792793
23	656	279	2,3683	2,93232	1,24713	3,892792793
24	685	264	2,4017	3,06195	1,18008	3,881137725
25	714	248	2,435	3,19158	1,10856	3,892792793
26	743	230	2,4683	3,32121	1,0281	3,892792793
27	772	208	2,5017	3,45084	0,92976	3,881137725
28	800	184	2,535	3,576	0,82248	3,758558559
29	831	157	2,5683	3,71457	0,70179	4,161261261

Discusión

Exponemos la teoría de errores correspondiente a la F_x y F_y

$$Fx = m * a$$

$$\Delta Fx = \sqrt{((\frac{\partial Fx}{\partial m} * \Delta m)^2 + (\frac{\partial Fx}{\partial a} * \Delta a)^2)}$$

$$\Delta Fx = \sqrt{((a * \Delta m)^2 + (m * \Delta a)^2)}$$

$$\Delta Fx = 0.003 \frac{kg * m}{s^2}$$

$$Fy = \frac{\Delta EM - Fx * \Delta x}{\Delta y}$$

$$\Delta Fy = \sqrt{((\frac{\partial Fy}{\partial em} * \Delta em)^2 + (\frac{\partial Fy}{\partial dy} * \Delta y)^2 + (\frac{\partial Fy}{\partial Fx} * \Delta Fx)^2 + (\frac{\partial Fy}{\partial dx} * \Delta x)^2)}$$

$$\Delta Fy = \sqrt{((\frac{1}{dy} * \Delta em)^2 + (\frac{(Fx * dx) - \Delta em}{dy^2} * \Delta y)^2 + (\frac{-dx}{dy} * \Delta Fx)^2 + (\frac{-Fx}{dy} * \Delta x)^2)}$$

$$\Delta Fy = 3\frac{kg * m}{s^2}$$

Conclusiones

Para concluir nuestro proyecto de análisis de trayectorias y magnitudes en un tiro al aro, es importante destacar las áreas que aún necesitan atención o desarrollo futuro. Si bien hemos obtenido datos significativos sobre cómo ciertas variables, como la altura inicial, la gravedad y la velocidad, afectan el resultado final del tiro, también pudimos calcular la fuerza resultante. No obstante, es necesario profundizar en el análisis del rozamiento debido a la influencia del viento en la trayectoria de la pelota.

Energía

Resumen

Para el estudio de la energía, realizamos un experimento en el cual grabamos un video donde se lanza una pelota de básquet al aro. Sabemos que la energía mecánica de un sistema en un momento determinado es la suma de la energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía potencial elástica (que en este caso es cero).

A través del análisis de la energía, sabemos que cuando un objeto experimenta un cambio en su velocidad, su energía cinética cambia. Al analizar el movimiento de la pelota de básquet, pudimos determinar su velocidad final al conocer su energía cinética.

Los resultados obtenidos confirman que la relación teórica entre la energía mecánica y la velocidad final se mantiene consistente con las leyes de la física, específicamente con los principios de conservación de la energía.

Introducción

La energía mecánica de un sistema en un momento determinado es la suma de la energía cinética, la energía potencial gravitatoria y la energía potencial elástica que el sistema tiene en ese momento. Es decir:

$$E_{Mec} = E_C + E_P + E_E$$

La diferencia entre energía cinética y energía potencial gravitatoria es que la primera se corresponde con los objetos en movimiento, mientras que la segunda es igual al trabajo que la fuerza peso puede realizar si se deja caer el cuerpo desde una determinada altura.

Cualquier cosa que esté en movimiento posee energía cinética. En el Sistema Internacional (SI), la unidad de energía cinética es el joule (J), la misma que la del trabajo. Un joule corresponde a:

$$1\frac{kg*m^2}{s^2}$$

La fórmula para calcular la energía cinética es:

$$E_C = \frac{1}{2}*m*V^2$$

La energía potencial es el tipo de energía asociada a la posición relativa dentro de un sistema, es decir, la posición de un objeto con respecto a otro.

En el SI, la unidad de energía potencial es el joule (J), al igual que la energía cinética. Un joule corresponde a:

$$1\frac{kg*m^2}{s^2}$$

La energía potencial elástica es la energía almacenada que resulta de aplicar una fuerza para deformar un objeto elástico. Esta energía queda almacenada hasta que se elimina la fuerza y el objeto elástico regresa a su forma original, realizando trabajo en el proceso.

Materiales y Métodos

Para este experimento, grabamos un video en una cancha de básquet. Requerimos un trípode, un celular, una cinta métrica, una pelota de básquet y una persona.

Realizamos tiros al aro, tomando las medidas correspondientes en el Sistema Internacional (SI) o MKS: metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s).

Utilizamos una balanza para pesar la pelota de básquet, obteniendo una masa de 0.62 kg. Con la cinta métrica, medimos la altura del aro, obteniendo un resultado de 3.05 m.

Para obtener la velocidad en el eje X y en el eje Y, utilizamos la siguiente tabla:

	Frame	Pos X (pixel)	Pos Y (pixel)	tiempo (seg)	Pos x (m)	Pos y (m)	Vx(t) (m/seg)	Vy(t) (m/seg)
	1	0	0	1,635	0,00	0,00		0,0000
	2	30,3453	37,4175	1,6683	0,14	0,17	4,0734	5,0227
	3	60,6331	72,4902	1,7017	0,27	0,32	4,0535	4,6939
	4	90,8634	105,2179	1,735	0,41	0,47	4,0579	4,3932
	5	121,0362	135,6009	1,7683	0,54	0,61	4,0502	4,0784
	6	151,1514	163,639	1,8017	0,68	0,73	4,0304	3,7524
	7	181,2092	189,3322	1,835	0,81	0,85	4,0348	3,4489
	8	211,2095	212,6806	1,8683	0,94	0,95	4,0271	3,1342
	9	241,1522	233,6842	1,9017	1,08	1,04	4,0073	2,8110
	10	271,0375	252,3429	1,935	1,21	1,13	4,0116	2,5046
	11	300,8652	268,6568	1,9683	1,34	1,20	4,0039	2,1899
	12	330,6355	282,6258	2,0017	1,48	1,26	3,9842	1,8695
	13	360,3482	294,25	2,035	1,61	1,32	3,9885	1,5604
	14	390,0034	303,5293	2,0683	1,74	1,36	3,9807	1,2456
	15	419,6011	310,4638	2,1017	1,88	1,39	3,9611	0,9281
	16	449,1414	315,0535	2,135	2,01	1,41	3,9653	0,6161
	17	478,6241	317,2983	2,1683	2,14	1,42	3,9576	0,3013
	18	508,0493	317,1982	2,2017	2,27	1,42	3,9380	-0,0134
	19	537,4169	314,7534	2,235	2,40	1,41	3,9421	-0,3282
	20	566,7271	309,9636	2,2683	2,53	1,39	3,9344	-0,6430
	21	595,9798	302,829	2,3017	2,66	1,35	3,9150	-0,9548
	22	625,175	293,3496	2,335	2,79	1,31	3,9190	-1,2725
	23	654,3127	281,5253	2,3683	2,92	1,26	3,9113	-1,5872
	24	683,3928	267,3562	2,4017	3,05	1,20	3,8919	-1,8963
	25	712,4155	250,8423	2,435	3,18	1,12	3,8958	-2,2167
	26	741,3806	231,9835	2,4683	3,31	1,04	3,8881	-2,5315
	27	770,2883	210,7798	2,5017	3,44	0,94	3,8688	-2,8377
	28	799,1384	187,2313	2,535	3,57	0,84	3,8727	-3,1610
	29	827,931	161,338	2,5683	3,70	0,72	3,8650	-3,4758
Promedios							3,9653	0,7459

En la tabla, tenemos la posición en x, posición en y en píxeles, y ambas posiciones transformadas a metros, considerando que 1 píxel equivale a 0.0047 m, junto con el tiempo. Así, obtenemos la velocidad en x en función del tiempo y la velocidad en y en función del tiempo.

Observamos que la velocidad inicial en Y es la primera de la tabla, y la velocidad en x en función del tiempo es la velocidad promedio de todos los puntos del trackeo. Estos valores son:

$$V_x = 3,9653\frac{m}{s}$$

$$V_y = 5,0227\frac{m}{s}$$

El módulo de dichas velocidades nos damos como resultado una $V_0 = 6.40\frac{m}{s}$

Cálculos y resultados

Para calcular la energía mecánica utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$E_{MC} = E_C + E_P$$

$$E_C = \frac{1}{2} * m * V^2$$

$$E_P = m * g * h$$

Datos:

- $V_0 = 6.40\frac{m}{s}$

  Este valor se calculó tomando la velocidad $V_x = 3,9653\frac{m}{s}$ y $V_y = 5,0227\frac{m}{s}$ y usando la siguiente fórmula $V_0 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

- Altura del aro: 3.05m
- Masa de la pelota: 0.62kg
- Altura de la pelota (desde donde arranca el trackeo): 2.50m
- Nuestro cálculo de la gravedad : $9.43\frac{m}{s^2}$

Sabiendo estos datos, vamos a calcular la energía mecánica inicial:

$$E_{Mec_0} = \frac{1}{2} * 0.62kg * (6.40\frac{m}{s})^2 + o.62kg * 9.43\frac{m}{s^2} * 0.167256m$$

$$E_{Mec_0} = 12.6976\frac{kg*m^2}{s^2} + 0.9779\frac{kg*m^2}{s^2}$$

$$E_{Mec_0} = 13.6756J$$

$$\Delta E_{Mec} = W_{NC} = 0$$

Como se puede ver en la ecuación anterior, la diferencia entre las energías mecánicas es 0. Esto nos dice que $E_{Mec_0} = E_{Mec_f}$. Por lo tanto, $E_{Mec_f} = 13.6756J$ y con esto puedo calcular la V_f.

Es importante ahora tener en cuenta que la altura no es 0.1672 m, sino que la altura de la pelota con respecto al inicio del trackeo en este momento es de 0.1672 m + 0.7211 m = 0.8883 m.

$$13.6756J = \frac{1}{2}*0.62kg*V_f^2 + 0.62kg*p.43\frac{m}{s^2}*0.8883m$$

$$13.6756J = 0.31kg*V_f^2 + 5.1941J$$

$$V_f = 5.2306\frac{m}{s}$$

Si observamos el valor de la V_f en la tabla de valores obtenida del trackeo del video, en el frame 29, nos da que $V_f = 5.2730\frac{m}{s}$.

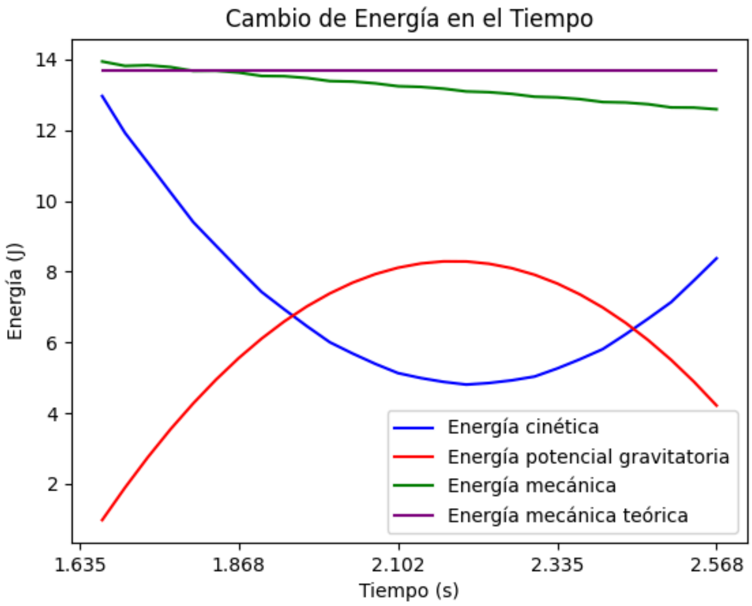
En conclusión, la fórmula de la energía es muy útil porque permite calcular la velocidad final de manera eficiente, ahorrando muchos cálculos.

Las tablas generadas para este experimento se encuentran en el siguiente enlace: Tablas del experimento. Todas ellas siguen el mismo formato: tiempo, x, y.

X	Y	Time
1218	443	1.635
1190	409	1.6683
1146	371	1.7017
1127	341	1.735
1096	311	1.7683
1066	284	1.8017
1036	258	1.835
1004	233	1.8683
975	213	1.9017

Gráficos

En el siguiente gráfico podemos ver el cambio de las distintas energías que se producen a través del tiempo:



Discusión

En base a la definición de la energía cinética de la siguiente manera:

$$EnergiaCinetica = \frac{1}{2} * masa * velocidad^2$$

Y la energía potencial definida como:

$$Energia\ potencial = masa * gravedad * altura$$

definimos los respectivos ΔEC y ΔEP de la siguiente manera:

$$\Delta EC = \sqrt{((\frac{\partial EC}{\partial m} * \Delta m)^2 + (\frac{\partial EC}{\partial v} * \Delta v)^2)}$$

$$\Delta EC = \sqrt{((\frac{1}{2} * v^2 * \Delta m)^2 + (m * v * \Delta v)^2)}$$

$$\Delta EP = \sqrt{((\frac{\partial EP}{\partial m} * \Delta m)^2 + (\frac{\partial EP}{\partial g} * \Delta g)^2 + (\frac{\partial EP}{\partial h} * \Delta h)^2)}$$

$$\Delta EP = \sqrt{((g * h * \Delta m)^2 + (h * m * \Delta g)^2 + (g * m * \Delta h)^2)}$$

Conclusiones

En conclusión, el experimento realizado muestra que la energía mecánica total, sumando la energía cinética y la energía potencial, permaneció constante durante todo el experimento. Esta conservación de la energía mecánica nos permitió calcular la velocidad final de la pelota al descender, confirmando que la energía potencial en el punto más alto se convierte completamente en energía cinética al llegar al aro.

El hecho de que la energía mecánica inicial y final fueran iguales valida el principio de conservación de la energía en un sistema cerrado y nos proporcionó una forma precisa de determinar la velocidad final de la pelota. Este hallazgo corrobora nuestras expectativas teóricas y destaca la aplicabilidad de la conservación de la energía mecánica en el análisis de movimientos de lanzamientos de pelota.

Choque

Dos pelotas, una de tenis y otra de básquet chocan

Resumen

Para el estudio de choques, realizamos un experimento en el cual grabamos un video donde una pelota de tenis y una pelota de básquet chocan. Durante este experimento, medimos las masas de ambas pelotas, así como sus velocidades iniciales y finales. Estos datos nos permitieron calcular la cantidad de movimiento (momentum) antes y después del choque, y calcular la energía cinética antes y después del impacto.

Los resultados obtenidos confirmaron que, por un lado, la cantidad de movimiento se conserva antes y después del choque, cumpliendo con el principio de conservación del momento lineal. Por otro lado, se puede ver en los cálculos una pequeña diferencia entre las energías antes y después del choque las cuales entran dentro del error calculado. A causa de esto, no podemos concluir si hubo o no una pérdida de energía.

Introducción

Para el análisis, se elige un sistema de referencia positivo hacia la derecha y se aplica el principio de conservación de la cantidad de movimiento. Esto significa que la cantidad de movimiento total de los dos cuerpos (en nuestro caso, la pelota de tenis y la pelota de básquet) antes del choque debe ser igual a la cantidad de movimiento total después del choque. Matemáticamente, esto se expresa como:

$$P_f = P_0$$

También se plantea la conservación de la energía cinética. La energía cinética total que tienen los dos cuerpos antes del choque debe ser igual a la energía cinética total que tienen los dos cuerpos después del choque. Esto se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$E_f = E_0$$

Ecuaciones a utilizar:

- Conservación de cantidad de movimiento :

$$P_0 = P_f \Rightarrow m_A * V_{A_0} + m_B * V_{B_0} = m_A * V_{A_f} + m_B * V_{Bf}$$

- Conservación de la energía cinética:

$$E_0 = E_f \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 * V_{1_0}^2 + \frac{1}{2} m_2 * V_{2_0}^2 = \frac{1}{2} m_1 * V_{1_f}^2 + \frac{1}{2} m_2 * V_{2_f}^2$$

Materiales y Métodos

Para este experimento, grabamos un video en una cancha de básquet. Utilizamos un trípode, un celular, una pelota de tenis, una pelota de básquet y dos personas.

Tomamos las medidas correspondientes en el Sistema Internacional (SI) o MKS: metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s). Usamos una balanza para pesar ambas pelotas antes de grabar el experimento, obteniendo los siguientes datos:

- masa de pelota de tenis: 0.06 kg
- masa de pelota de basquet: 0.62 kg

Para obtener las velocidades iniciales y finales de ambas pelotas en ambos ejes, nos basamos en las siguientes tablas:

- Tabla de datos antes y después del choque de la pelota de tenis:

Pos X (pixel)	Pos Y (pixel)	Tiempo (seg)	Vx(t) (m/seg)	Vy(t) (m/seg)
672,4466	496,2926	0,6	4,8170	-0,8166
690,6533	492,5454	0,6167	4,8079	-0,9895
708,8258	488,1431	0,6333	4,8278	-1,1695
Se produce el choque				
480,6798	516,8991	0,7333	-12,2186	1,2989
435,0599	521,1147	0,75	-12,0469	1,1132
389,813	524,6564	0,7667	-11,9484	0,9353

Donde, a partir del video y del *trackeo* en Python, obtuvimos la posición en X e Y en píxeles, así como el tiempo. Las últimas dos columnas corresponden a las velocidades en X e Y, calculadas mediante las posiciones X e Y en píxeles, multiplicadas por 0.00441 m (valor del pixel) para que nos quede en m/s.

- Tabla de datos antes y después del choque de la pelota de basquet:

Pos X (pixel)	Pos Y (pixel)	Tiempo (seg)	Vx(t) (m/seg)	Vy(t) (m/seg)
764,3501	483,5635	0,633	-5,6755	-0,4511
743,4903	481,229	0,65	-5,4113	-0,6056
722,748	477,5273	0,6667	-5,4775	-0,9775
Se produce el choque				
700,7704	467,9034	0,7	-3,6881	-1,2581
686,8668	461,5386	0,7167	-3,6715	-1,6808
673,0256	454,5731	0,7333	-3,6771	-1,8505

Cálculos y resultados

Planteando la conservación de la cantidad de movimiento en un momento P, sabemos que la cantidad de movimiento se conserva siempre, sin importar el tipo de choque. Elegimos un sistema de referencia positivo hacia la derecha. La ecuación de conservación de la cantidad de movimiento queda de la siguiente manera:

$$m_{tenis}.V_{tenis_0} + m_{basquet}.V_{basquet_0} = m_{tenis}.V_{tenis_f} + m_{basquet}.V_{basquet_f}$$

Donde:

- V_{tenis_0} es la velocidad de la pelota de tenis antes del choque(velocidad en frame antes del choque)
- $V_{basquet_0}$ es la velocidad de la pelota de básquet antes del choque(velocidad en frame antes del choque)
- V_{tenis_f} es la velocidad de la pelota de tenis después del choque (velocidad en frame después del choque)
- $V_{basquet f}$ es la velocidad de la pelota de basquet después del choque(velocidad en fram después del choque)
- m_{tenis} es la masa de la pelota de tenis
- $m_{basquet}$ es la masa de la pelota de basquet.

Datos:

Pelota de tenis:

- $m_{tenis} = 0.06kg$
- $V_{tenis0_x} = 4.8278\frac{m}{s}$
- $V_{tenisf_x} = -12.2186\frac{m}{s}$
- $V_{tenis0_y} = -1.1695\frac{m}{s}$
- $V_{tenisf_y} = 1.2989\frac{m}{s}$

Pelota de Basquet:

- $m_{basquet} = 0.62kg$
- $V_{basquet0_x} = -5.4775\frac{m}{s}$
- $V_{basquetf_x} = -3.6881\frac{m}{s}$
- $V_{basquet0_y} = -0.9775\frac{m}{s}$
- $V_{basquetf_y} = -1.2581\frac{m}{s}$

Eje X:

- Inicial:

$$P_{0_x} = 0.060kg * 4.8278\frac{m}{s} + 0.62kg * (-5.4775\frac{m}{s}) =$$

$$0.2897\frac{kg * m}{s} + (-3.3961\frac{kg * m}{s}) =$$

$$P_{0_x} = -3.1063\frac{kg * m}{s}$$

- Final:

$$P_{f_x} = 0.060kg * (-12.2186\frac{m}{s}) + 0.62kg * (-3.6881\frac{m}{s}) =$$

$$(-0.7331\frac{kg * m}{s}) + (-2.2866\frac{kg * m}{s}) =$$

$$P_{f_x} = -3.0197\frac{kg * m}{s}$$

Conclusión:

$$-3.1063\frac{kg * m}{s} \approx -3.0197\frac{kg * m}{s}$$

El momento P se conserva en el eje x. La diferencia observada puede deberse a no haber tenido en cuenta la velocidad en el eje z, ya que solo trabajamos en los ejes x e y.

En un choque, es fundamental considerar todos los ejes de movimiento para una conservación precisa del momento. Si solo se analizan los ejes x e y, puede haber discrepancias si existe una componente significativa de velocidad en el eje z que no se ha considerado. Esto podría llevar a diferencias en los cálculos de la conservación del momento y en la evaluación de la naturaleza del choque.

Eje y:

- Inicial:

$$P_{0_y} = 0.06kg * (-1.1695\frac{m}{s}) + 0.62kg * (-0.9775\frac{m}{s}) =$$

$$(-0.0779\frac{kg*m}{s}) + (-0.6061\frac{kg*m}{s}) =$$

$$P_{0_y} = -0.6763\frac{kg*m}{s}$$

- Final:

$$P_{0_y} = 0.06kg * 1.2989\frac{m}{s} + 0.62kg * (-1.2581\frac{m}{s}) =$$

$$0.0779\frac{kg*m}{s} + (-0.7800\frac{kg*m}{s}) =$$

$$P_{f_y} = -0.7021\frac{kg*m}{s}$$

<u>Conclusión</u>:

$$-0.6763\frac{kg*m}{s} \approx -0.7021\frac{kg*m}{s}$$

El momento P se conserva en el eje y. La diferencia puede ser generada por no tener en cuenta la velocidad en el eje z, ya que trabajamos en los ejes x e y.

Ahora, planteando la conservación de la energía, elijo un sistema de referencia positivo hacia la derecha. La ecuación de conservación de la energía queda de la siguiente manera:

$$\frac{1}{2}m_{tenis}*V_{tenis_0}^2+\frac{1}{2}m_{basquet}*V_{basquet_0}^2=\frac{1}{2}m_{tenis}*V_{tenis_f}^2+\frac{1}{2}m_{basquet}*V_{basquet_f}^2$$

Pelota de Tenis:

$$V_{tenis_0}=\sqrt{(4.8278\frac{m}{s})^2+(1.1695\frac{m}{s})^2}=4.9674\frac{m}{s}$$

$$V_{tenis_f}=\sqrt{(-12.2186\frac{m}{s})^2+(1.2989\frac{m}{s})^2}=12.2874\frac{m}{s}$$

Pelota de Basquet:

$$V_{basquet_0}=\sqrt{(-5.4775\frac{m}{s})^2+(-0.9775\frac{m}{s})^2}=5.5640\frac{m}{s}$$

$$V_{basquet_f}=\sqrt{(-3.6881\frac{m}{s})^2+(-1.2581\frac{m}{s})^2}=3.8967\frac{m}{s}$$

Antes del choque:

$$E_{tenis_0}+E_{basquet_0}=$$

$$\frac{1}{2}*0.06kg*(4.9674\frac{m}{s})^2+\frac{1}{2}*0.62kg*(5.5640\frac{m}{s})^2=$$

$$0.7406J+9.5970J=10.337J$$

Después del choque:

$E_{tenis_f} + E_{basquet_f} =$

$\frac{1}{2} * 0.06kg * (12.2874\frac{m}{s})^2 + \frac{1}{2} * 0.62kg * (3.8967\frac{m}{s})^2 =$

$4.5294J + 4.7071J = 9.237J$

Como se puede observar $10.337J \neq 9.237J$, esta diferencia de energía puede deberse a que se transformó en otro tipo de energía (energía calórica, energía sonora, energía elástica, etc.).

Si se quiere saber cuánta energía se pierde, es necesario analizar la E_C y la diferencia de E_P. La energía potencial de la pelota de tenis ($E_{P_{tenis}}$) es diferente antes y después del choque ganando $0.0596J$ de energía potencial y 0.1053m de altura. Esto se calcula de la siguiente manera:

$E_{p_{tenis}} = m * g * h$

$E_{p_{tenis}} = 0.06kg * 9.43\frac{m}{s^2} * 0.1053m$

$E_{p_{tenis}} = 0.0596J$

La energía potencial de la pelota de básquet ($E_{P_{basquet}}$) es diferente antes y después del choque, ya que esta pierde 0.021 m. Entonces la pelota de básquet pierde $0.1228J$. Esto se calcula de la siguiente manera:

$E_{p_{basquet}} = m * g * h$

$E_{p_{basquet}} = 0.62kg * 9.43\frac{m}{s^2} * (-0.021m)$

$E_{p_{basquet}} = 0.1228J$

Sabiendo esto, calculemos ahora la energía perdida:

$E_{perdida} = E_{antes} - E_{despues}$

$$E_{perdida} = 10.337J - (0.0569J + 9.237J - 0.1228J)$$

$$E_{perdida} = 1.1659J$$

Luego de estas cuentas vemos que hubo pérdida de energía, pero para poder asegurar que esta se perdió calculemos el error en la sección discusión más adelante. Alerta spoiler: **NO** se pierde energía

Las tablas generadas para este experimento se encuentran en el siguiente link.

Todas ellas siguen el mismo formato tiempo, x, y

Time	X	Y
0.6833	1015	276
0.7	1001	283
0.7167	987	289
0.7333	973	295
0.75	959	303

Gráficos

El siguiente gráfico muestra la trayectoria de las pelotas frame a frame. Estos datos se utilizaron para obtener la información del frame antes y del frame después del choque, lo cual permitió calcular las velocidades correspondientes, tal como se expuso en las tablas de la sección de materiales y métodos.

Discusión

En base a la definición de la energía cinética de la siguiente manera:

$$EnergiaCinetica = \frac{1}{2} * masa * velocidad^2$$

Y la energía potencial definida como:

$$Energia\ potencial = masa * gravedad * altura$$

$$Teoría\ de\ error\ del\ choque\ de\ pelotas:$$

$$\Delta h = \Delta y = 0.010953$$

El error de la energía cinética no es fijo ya que depende de el valor de la velocidad, el error de la velocidad y el error de la masa:

$$\Delta m = \sqrt{(\delta\ balanza)^2} = 0.005\ kg$$

$$\Delta EC = \sqrt{((\frac{\partial EC}{\partial m} * \Delta m)^2 + (\frac{\partial EC}{\partial v} * \Delta v)^2)}$$

$$\Delta EC = \sqrt{((\frac{1}{2} * v^2 * \Delta m)^2 + (m * v * \Delta v)^2)}$$

$$\Delta EP = \sqrt{((\frac{\partial EP}{\partial m} * \Delta m)^2 + (\frac{\partial EP}{\partial g} * \Delta g)^2 + (\frac{\partial EP}{\partial h} * \Delta h)^2)}$$

$$\Delta EP = \sqrt{((g * h * \Delta m)^2 + (h * m * \Delta g)^2 + (g * m * \Delta h)^2)}$$

$$\Delta E_{antes} = \Delta E_{tenis_0} + \Delta E_{basquet_0}$$

$$\Delta E_{antes} = 2\ J + 0.09\ J = 2.09\ J$$

$$\Delta E_{despues} = \Delta E_{tenis_f} + \Delta E_{basquet_f}$$

$$\Delta E_{despues} = 0.5\ J + 0.6\ J = 1.1\ J$$

$$\Delta E_{perdida} = \Delta E_{antes} + \Delta E_{despues}$$

$$\Delta E_{perdida} = 2.09\ J + 1.1\ J = 3.19\ J$$

$$E_{perdida} = E_{antes} + E_{despues}$$

$$E_{perdida} = [1 \pm 3]\ J$$

Conclusiones

En conclusión, el experimento realizado validó la conservación de la cantidad de movimiento. Además de esto, analizamos la energía perdida en el choque, pero no podemos concluir que se pierde energía debido al error calculado anteriormente. En este tipo de choque, los cuerpos colisionan, rebotan y pueden o no perder su energía. Obtuvimos como resultado las velocidades iniciales y finales de ambas pelotas, tanto en el eje X como en el eje Y, junto con la energía perdida y el error de medición.

Se deja caer una pelota de golf y rebota

Resumen

Para el estudio de choques, realizamos un experimento en el cual grabamos un Video pelota de golf dejándose caer. En este experimento, medimos la masa de la pelota de golf, la altura desde la cual se dejó caer la pelota, y utilizamos el audio del video para obtener los tiempos en los que la pelota choca con el suelo de cemento. Estos datos nos permitieron calcular el coeficiente de restitución, que mide el grado de conservación de la energía cinética.

Los resultados obtenidos confirman que en cada choque la pelota pierde altura debido a la pérdida de energía, lo cual se refleja en la disminución de la velocidad antes y después del choque.

Introducción

En un choque elástico, no se pierde energía. En estos choques, la energía cinética total se conserva.

El coeficiente de restitución está directamente relacionado con el estudio de choques, ya que proporciona una medida cuantitativa de cómo se comportan los cuerpos antes y después del choque. Al calcular el coeficiente de restitución, podemos determinar cuánta energía cinética se conserva y cuánta se disipa en formas no mecánicas, como el calor o la deformación. Esto nos permite clasificar el choque según su elasticidad.

Materiales y Métodos

Para este experimento, grabamos un video en un suelo de cemento. Utilizamos un celular, un micrófono, una pelota de golf y una referencia métrica desde la cual lanzamos la pelota para obtener la altura. Tomamos las medidas correspondientes en el Sistema Internacional (SI) o MKS: metro (m), kilogramo (kg) y segundo (s).

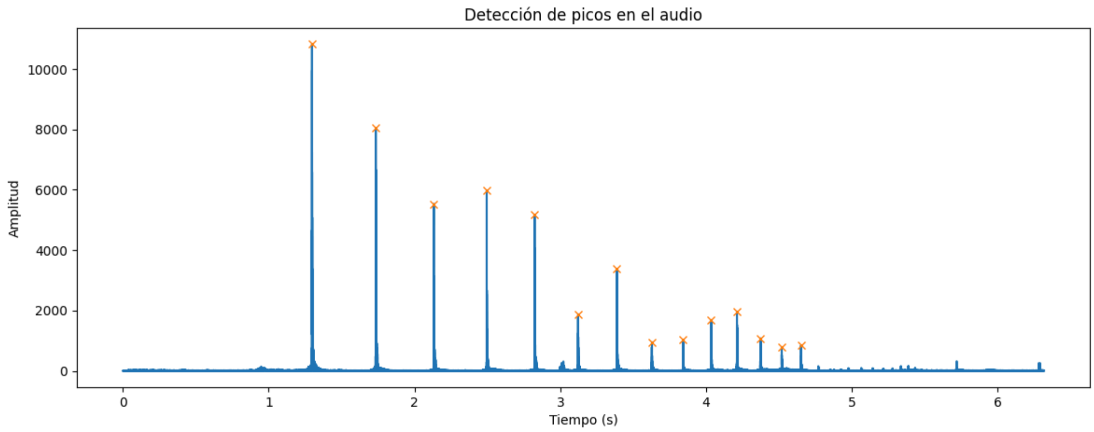
Pesamos la pelota de golf con una balanza. La referencia métrica fue un cartón con dimensiones de 0.3 m x 0.3 m. Desde una altura de 0.3 m sobre el suelo, lanzamos la pelota de golf y grabamos el video.

En cuanto al audio, en formato .wav, primero lo pasamos por un ecualizador para eliminar el ruido de fondo, dejando solo los rebotes de la pelota. Utilizando Python y librerías externas:

- “numpy” para transformar el audio en un arreglo de enteros.
- scipy.signal.find_peaks para encontrar los “picos” de sonido en el arreglo; cuánto más alto era un número, mayor era el pico, que interpretamos como el choque de la pelota con el suelo, guardándolo en un archivo formato .csv.

Con los datos obtenidos, calculamos el coeficiente de restitución para cada rebote y luego promediamos esos valores para obtener el valor promedio.

A continuación, se muestra la tabla de sonido con los picos mencionados anteriormente:



que son traducidos a estos números:

1	1.296780
2	1.734354
3	2.132766
4	2.495079
5	2.824127
6	3.122494
7	3.388209
8	3.628503
9	3.841859
10	4.034807
11	4.211383
12	4.373288
13	4.518526
14	4.650408

Cálculos y resultados

Dividimos los cálculos en dos partes: el primer rebote desde que soltamos la pelota desde nuestra altura de referencia, y los rebotes sucesivos hasta que la pelota se detiene.

Nos basaremos en los siguientes conceptos:

C_{CR}=coeficiente de restitución

V = velocidad antes del impacto

V'= velocidad después del impacto

En donde el coeficiente de restitución e lo definimos de la siguiente manera:

$$C_{CR} = -\frac{V'_{pelota} - V'_{suelo}}{V_{pelota} - V_{suelo}}$$

Al asumir que la velocidad del suelo no varía nos quedaría:

$$C_{CR} = -\frac{V'_{pelota}}{V_{pelota}}$$

<u>Cálculos correspondientes al primer rebote de la pelota:</u>

Para calcular la velocidad previa al primer impacto de la pelota, utilizamos la siguiente fórmula:

$$V = g * t$$

Sabemos que el tiempo desde que se soltó la pelota hasta el primer impacto con el suelo fue de 0.3 s, y la gravedad conocida es de -9.81 m/s². Luego, nos queda:

$$V_{0_{AntesImpacto}} = -9.81\frac{m}{s^2} * 0,3s = -2,943\frac{m}{s}$$

Teniendo el eje de coordenadas donde se produce el impacto, podemos concluir que la posición en ese instante es 0. Para calcular la velocidad luego del primer impacto, nos queda:

$$t_{EntreImpacto1y2} = 0,4376s = t_{Impacto2} - t_{Impacto1}$$

$$\frac{t_{EntreImpacto1y2}}{2} = 0,2188s$$

$$V' = g * \frac{t_{EntreImpacto1y2}}{2} = 9,81\frac{m}{s^2} * 0,2188s = 2,1464\frac{m}{s}$$

El error correspondiente a los tiempos es:

$$\Delta t_1 = \frac{1}{cant\ frames} = \frac{1}{30} = 0.03333$$

Esto es así dado que el tiempo desde que se suelta la pelota hasta que toca el piso es calculado tomando en cuenta los frames del video.

$$\Delta t_2 = \frac{1}{frec\,muestreo} = \frac{1}{44100} = 0.0000227$$

Los demás tiempos son calculados con los datos del audio que son más precisos.

Y su coeficiente de restitución sería el cociente de ambas velocidades, obteniendo como resultado:

$$C_{CR_0} = -\frac{V'}{V} = -\frac{-2,1464\frac{m}{s}}{2,943\frac{m}{s}} = 0,7293$$

El error calculado para esta etapa se calcula de la siguiente manera:

$$C_{CR0} = -\frac{v_{post}}{v_{ant}} = -\frac{-\cancel{g}\cdot t_1}{\cancel{g}\cdot t_2} = -\frac{-t_1}{t_2}$$

Como podemos observar en la fórmula anterior, el coeficiente de restitución depende de los tiempos y su error también lo hará. Para calcular la propagación del error utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\Delta C_{CR0} = \sqrt{(\frac{\partial C_{r0}}{\partial t_1}\cdot \Delta t_1)^2 + (\frac{\partial C_{r0}}{\partial t_2}\cdot \Delta t_2)^2}$$

Para poder utilizar esta fórmula vamos a calcular las derivadas parciales:

$$\frac{\partial C_{CR0}}{\partial t_1} = \frac{1}{t_2}$$

$$\frac{\partial C_{CR0}}{\partial t_1} = \frac{-t_1}{{t_2}^2}$$

Reemplazando los valores de las derivadas parciales nos queda la siguiente ecuación:

$$\Delta C_{CR0} = \sqrt{(\frac{1}{t_2})^2 \cdot \Delta {t_1}^2 + (\frac{-t_1}{{t_2}^2})^2 \cdot \Delta {t_2}^2}$$

Finalmente, reemplazamos los valores de Δt_1 y Δt_2 por los valores mencionados anteriormente:

$$\Delta C_{CR0} = \sqrt{(\frac{1}{0,218787})^2 \cdot 0.03333^2 + (\frac{-0,3}{0,218787^2})^2 \cdot 0.0000227^2}$$

$$\Delta C_{CR0} = 0,15234$$

Finalmente el valor de C_{CR_0} es:

$$C_{CR_0} = 0.7293 \pm 0.15234$$

<u>Cálculos correspondientes a los demás rebotes de la pelota:</u>

Para calcular el resto de los rebotes, utilizamos la velocidad final calculada con la velocidad, utilizando la velocidad V' anterior como V_0 en la fórmula:

$$V'_{anterior} = V_0$$

luego tenemos que

$$V = V_0 + g * t$$

Y para V' de este impacto, se usa el mismo cálculo que para V' anterior, pero con los datos de tiempo del segundo y tercer impacto.

$$t = t_{Impacto3} - t_{Impacto2}$$

Luego de promediar los distintos valores calculados del coeficiente nos queda que:

$$C_{prom} = 0.9049 \pm 0.008573$$

siendo 0.008573 su desviación estándar

Conclusiones

En conclusión, el experimento realizado permitió determinar el coeficiente de restitución de una pelota de golf rebotando en un suelo de cemento. Los resultados obtenidos mostraron que el coeficiente de restitución es menor que 1, lo que indica que el choque no es perfectamente elástico. Parte de la energía cinética de la pelota se pierde en cada rebote, transformándose en otras formas de energía, como calor y sonido.

El valor del coeficiente de restitución calculado en nuestro experimento confirma que, aunque la pelota de golf tiene una alta capacidad para recuperar su forma después de un impacto, no es capaz de conservar toda su energía cinética durante los rebotes. Estos resultados no solo corroboran nuestras expectativas teóricas, sino que también subrayan la importancia de considerar la pérdida de energía en la práctica de deportes y en otras aplicaciones donde el rebote de una pelota es un factor crítico.

Conclusiones finales

La comunicación y organización dentro de nuestro equipo “Chicago Físicos” es fluida y sin conflictos. Para distribuir las tareas, acordamos que dos integrantes se encargan del informe, tres se dedican a los cálculos físicos y cinco se ocupan de la programación en Python. Todos mantuvimos un contacto constante para asegurar el avance y la cohesión del proyecto.

Para facilitar la colaboración, creamos un canal en Discord donde todos los miembros del equipo tienen acceso al material necesario, además de utilizarlo para realizar llamadas y mantener conversaciones. También utilizamos un grupo de WhatsApp para comunicaciones rápidas y actualizaciones inmediatas. Además, empleamos un tablero Kanban para la administración de tareas.

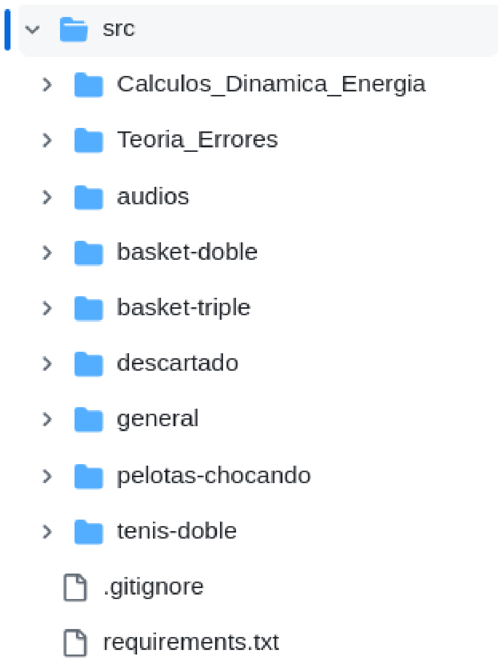
En cuanto a la gestión de documentos y recursos, establecimos una carpeta en Google Drive. En esta carpeta compartimos el informe, videos, hojas de cálculos y diversas anotaciones. Para la programación en Python, creamos un repositorio en GitHub que nos permitió colaborar eficientemente y mantener un control de versiones adecuado. Para el desarrollo, todos usando el IDE llamado PyCharm.

Tenemos guardado una carpeta denominada “descartado”, la cual tiene experimentos que hemos grabado y trackeado, pero que por distintos motivos los hemos descartado. Nos pareció interesante mantenerlos guardados para futuros usos y análisis, en el anexo se puede visualizar la estructura del informe en donde mostramos dicha carpeta.

Anexo

Trackeo

En el siguiente repositorio de GitHub tenemos todo el código de Python que trackea las pelotas en cada experimento. La estructura del proyecto es la siguiente:



En la carpeta "src" tenemos una carpeta para cada experimento. Además tenemos carpetas como "general" en la que hay código común a varios experimentos, y la carpeta "descartado" donde hay videos que hemos analizado con python pero que no hemos realizado cálculos de física por distintos motivos.

Para ejecutar el proyecto, basta con ir a la carpeta del experimento que deseemos, y ejecutar el archivo "process_video.py".

Página web

Hemos creado una página web sobre éste proyecto, la cual se puede visitar en https://chicago-fisicos.xyz o en éste otro link alternativo.

Tenemos una Raspberry Pi en la casa de uno de los integrantes del grupo, la cual está encendida las 24 hs, funcionando como servidor. En ella dejamos hosteada la página web. Los 2 links anteriores apuntan a la Raspberry Pi. En caso de que no esté funcionando, proveemos éste otro link el cual tiene la misma página web pero hosteada en un servidor gratuito externo.

El código fuente de la página web lo pueden encontrar en el siguiente repositorio de github. Está programada con Python por completo, utilizando la librería Streamlit. El dominio “chicago-fisicos.xyz” lo adquirimos en hostinger.

Algunos links de interés:

Se puede acceder al power point de la presentación en el siguiente link.

En el siguiente link proporcionamos una explicación sobre cómo descargar el proyecto y configurarlo en el IDE PyCharm.

En el siguiente link explicamos cómo ejecutar el proyecto.