

Experimento “Velocidad Relativa (Locomotora)” Guia de la 2ª Parte – Sistema de Referencia de la Locomotora

A) Introducción

En la primera parte de este experimento obtuvimos los gráficos de velocidad en función del tiempo para la esfera y la locomotora en el *sistema de referencia del laboratorio*. Estudiaremos ahora la velocidad de la esfera desde el *sistema de referencia de la locomotora*, lo que nos posibilitará comprender porque la esfera cae dentro de la chimenea después de contornear el túnel. Antes de seguir con la lectura de esta guía, siendo ya conocido el movimiento de la esfera en el sistema de referencia del laboratorio, reflexiona sobre cómo debería ser visto ese movimiento cuando observado desde el otro sistema de referencia (locomotora). Responde las siguientes preguntas tomando nota acerca de las hipótesis levantadas.

- ¿Los ángulos de lanzamiento de la esfera observados desde esos los sistemas de referencia son iguales o diferentes?
- ¿Es posible determinarlos?

A1. Como operar con la mudanza de sistemas de referencia

En la primera parte de este experimento fue determinada la velocidad horizontal de la locomotora, aproximadamente constante, cuando vista desde el *sistema de referencia del laboratorio*. Considerando al laboratorio como un sistema de referencia inercial, el *sistema de referencia de la locomotora* también lo es (posee velocidad constante), siendo así, resulta conveniente estudiar el movimiento de la esfera en ese nuevo sistema de referencia. La Figura 1, ilustra el *sistema de referencia de la locomotora* en azul, que posee una velocidad horizontal ($\vec{v}_T$) el *sistema de referencia del laboratorio*, diseñado en rojo y la esfera, que se puede asociar a cada sistema por un vector posición.

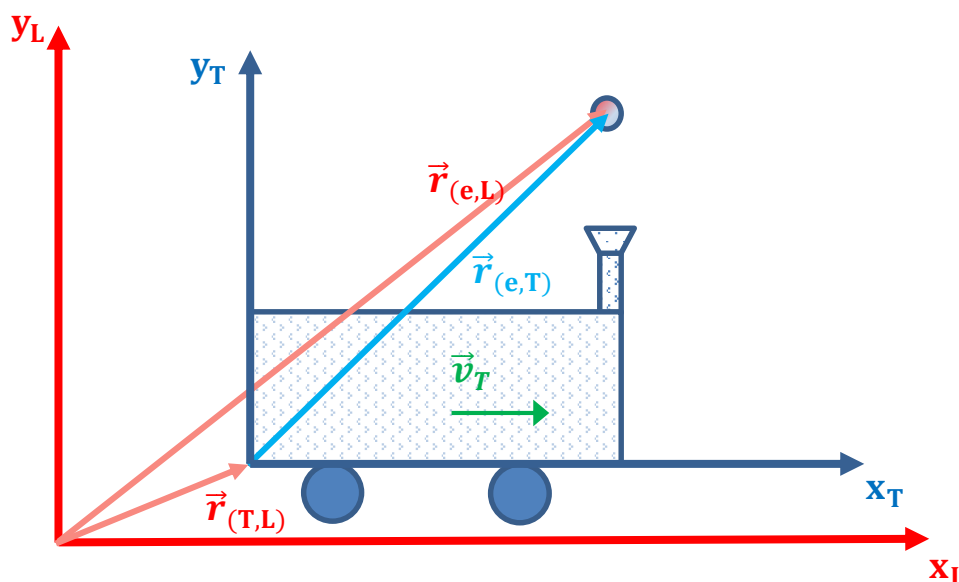


Figura 1. Sistemas de referencia: del laboratorio, en rojo, y de la locomotora, en azul.

Podemos interpretar que el vector posición de la esfera en el sistema de referencia del laboratorio ($\vec{r}_{(e,L)}$) resulta de la suma del vector posición de la esfera en el sistema de referencia de la locomotora ($\vec{r}_{(e,T)}$) con el de la locomotora en el sistema de referencia del laboratorio ($\vec{r}_{(T,L)}$) como:

$$\vec{r}_{(e,L)} = \vec{r}_{(e,T)} + \vec{r}_{(T,L)} \quad (1)$$

Derivando la Ecuación 1 con relación al tiempo, podemos obtener la relación de las velocidades en los diferentes sistemas de referencia:

$$\vec{v}_{(e,L)} = \vec{v}_{(e,T)} + \vec{v}_{(T,L)} \quad (2)$$

donde $\vec{v}_{e,L}$ es la velocidad de la esfera en el sistema de referencia del laboratorio, $\vec{v}_{e,T}$ es la velocidad de la esfera en el sistema de referencia de la locomotora y $\vec{v}_{T,L}$ es la velocidad de la locomotora en el sistema de referencia del laboratorio. Como las direcciones horizontal y vertical del movimiento son independientes entre sí, la Ecuación 2 es válida para cada componente del vector velocidad, así, las componentes de la velocidad de la esfera en el sistema de referencia de la locomotora son:

$$v_{x(e,T)} = v_{x(e,L)} - v_{x(T,L)} \quad (3)$$

$$v_{y(e,T)} = v_{y(e,L)} - v_{y(T,L)} \quad (4)$$

B) Procedimiento de Análisis

B1. Observa una vez más los videos del experimento; presta especial atención a los movimientos de la esfera y de la locomotora. Reflexiona sobre las siguientes preguntas:

- ¿Cómo sería el movimiento de la esfera desde punto de vista de un observador fijo en el sistema de referencia de la locomotora, analizado desde la cinemática?
- Retomando las hipótesis ya elaboradas, relacionadas a los ángulos de lanzamiento: ¿hay alguna diferencia entre los ángulos de lanzamiento cuando observados desde los diferentes sistemas de referencia?

B2. Recupera los valores de velocidad de la esfera y de la locomotora ya obtenidos en la primera parte del experimento. Sabiendo que son velocidades calculadas en el sistema de referencia del laboratorio, calcula las componentes de la velocidad de la esfera en el sistema de referencia de la locomotora a partir de las Ecuaciones 3 y 4, recuerda que la locomotora no se mueve en dirección vertical, o sea, $v_{y(T,L)} = 0$.

B3. Construye los gráficos de cada una de las componentes de la velocidad de la esfera en el sistema de referencia de la locomotora en función del tiempo, no te olvides de las respectivas barras de error. Adopta el error de cada una de ellas como:

$$\sigma_{v_{x(e,T)}} = \sqrt{2} \cdot \sigma_{v_x} \quad (5)$$

$$\sigma_{v_{y(e,T)}} = \sqrt{2} \cdot \sigma_{v_y} \quad (6)$$

donde σ_{v_x} e σ_{v_y} son los errores de las componentes de la velocidad correspondiente al sistema de referencia del laboratorio calculadas de acuerdo a lo especificado en el ítem B6 de la guía de la primera parte del experimento.

B4. Utilizando las ecuaciones del ítem B8 de la guía de la 1ª Parte calcula la media de las velocidades horizontales de la esfera en el sistema de referencia de la locomotora y su error. Interpreta ese valor. ¿Esperabas encontrar ese resultado?

B5. Ajusta una línea de tendencia al gráfico de la velocidad vertical de la esfera en el sistema de referencia de la locomotora en función del tiempo, construido en el ítem B3, y a partir de la ecuación de la recta calculada

3

construye nuevamente el gráfico de velocidad en función del tiempo, ajusta una nueva línea de tendencia y calcula su coeficiente angular α , calcula el error a partir de la ecuación dada en el ítem B7 de la guía de la primera parte de la experiencia. ¿Este nuevo valor es compatible con el esperado para la aceleración de la gravedad?

D) Procedimiento de elaboración del informe final

El informe debe describir el experimento para un público que no conozca ni el experimento ni lo que fue tratado en el mismo, pero que posea conocimientos básicos de Física. La finalidad del informe es que una persona pueda comprender lo que fue hecho, cual fue la conclusión a la que se llegó y como ella fue obtenida. Redacta de forma clara, objetiva y sintética los ítems especificados abajo, con no más de **tres páginas**. Debe ser elaborado un único informe por equipo conteniendo las siguientes secciones:

D1. Introducción: escribe el objetivo del experimento y responde las preguntas enunciadas en los ítems A y B1.

D2. Descripción del Experimento: describe el aparato experimental *con tus propias palabras*, mencionando los materiales utilizados; explica el funcionamiento del mismo y como se obtienen los valores experimentales. Describe también como son las trayectorias de los cuerpos estudiados, sus dimensiones, distancias y tiempos característicos del experimento, etc.

D3. Resultados: transcribe la tabla construida en el ítem B2, con las componentes de la velocidad de la esfera en el sistema de referencia de la locomotora, verifica si los valores de las magnitudes fueron expresados en las unidades apropiadas y con el número adecuado de cifras significativas. Incluye también los gráficos de las componentes de la velocidad en función del tiempo, como solicitado en el ítem B3, no olvides de las barras de error de los valores medidos y calculados. Observación: no incluyas tablas y gráficos ya presentados en la síntesis de la primera parte del experimento.

D4. Análisis de los Resultados. Intenta incluir los siguientes puntos:

- El valor medio de $v_x(e, T)$ y su error, como solicitado en el ítem B4 y la interpretación de ese resultado. Incluye los valores del coeficiente angular α , de acuerdo al ítem B5, así como la comparación de ese coeficiente con su análogo obtenido en el ítem B7 de la primera parte del experimento.
- Describe que razonamiento usado para determinar los ángulos de lanzamiento de la esfera en cada sistema de referencia y transcribe los resultados obtenidos, como fue solicitado en el ítem B6. Comenta tus impresiones sobre esos resultados.
- (Opcional)** Discute la compatibilidad entre los valores del coeficiente angular obtenidos experimentalmente y el valor de la aceleración de la gravedad especificado en el ítem C1. Presenta el valor de corrección C para tu condición experimental de acuerdo al ítem C2, e incluye una tabla con los valores de $v_{y(e, T)}$ corregidos, un gráfico de dicha velocidad en función del tiempo y su respectivo ajuste, como solicitado en el ítem C3. Discute si la compatibilidad esperada fue alcanzada una vez realizada la corrección de paralaje.

D5. Conclusiones: expresa las respuestas de las reflexiones iniciales de los ítems A y B1 y comenta si el resultado del ítem B6 es compatible o no con dichas respuestas. Realiza un análisis sintético retrospectivo del experimento, recuperando los argumentos que aclaren las preguntas de los ítems B1 de la primera y segunda guía de la experiencia. Finalmente retoma el objetivo de la experiencia y analiza si el mismo fue alcanzado.