

FI1000-5: Introducción a la Física Clásica**Profesor:** Marcel Clerc Gavilán**Auxiliares:** Manuel Díaz Zúñiga, Eduardo Droguett Mora**Ayudante:** Luciano Toro Rojas

Auxiliar 11: Colisiones

11 de junio de 2025

P1.- El hoyo:

Una partícula de masa m resbala una distancia d por una pendiente de ángulo α hasta caer dentro de un hoyo, de ancho a y profundidad L .

- Suponiendo que el rebote es elástico, ¿Cuántas veces puede rebotar la partícula antes de caer al piso?
- ¿Que ángulo α debe tener la pendiente para que la partícula efectúe solo un rebote y además toque el piso en la esquina Z ? Encuentre la ecuación para el ángulo α .
- Para el caso anterior, determine la posición y velocidad de la partícula cuando colisiona con la pared.
- Para el caso anterior, considere que el rebote es inelástico, caracterizado por un coeficiente de restitución $r \leq 1$. Determine la distancia ε con respecto a la esquina Z donde cae la partícula.

El coeficiente de restitución r para una partícula que colisiona con una pared se define como la relación entre la componente perpendicular a la pared de colisión de la velocidad de entrada y salida de la partícula:

$$r = \left| \frac{\vec{v}_{f\perp}}{\vec{v}_{i\perp}} \right| \leq 1$$

Para la colisión de dos partículas, el coeficiente de restitución e se define como la razón entre las componentes de la velocidad inicial y final perpendicular al plano de colisión.

$$e = \left| \frac{\vec{v}_{f1\perp} - \vec{v}_{f2\perp}}{\vec{v}_{i1\perp} - \vec{v}_{i2\perp}} \right|$$

P2.- Impulso de esferas:

Considere una esfera de radio a y densidad homogénea ρ . La esfera cae por acción de la gravedad desde una altura h . Luego de caer, sufre un rebote elástico contra el suelo en tiempo t_1 . La fuerza que aplica el suelo se puede modelar como

$$\vec{F}(t) = \begin{cases} \frac{F_0}{2\epsilon} \hat{y} & \text{si } ||t - t_1|| \leq \epsilon \\ 0 & \text{si } ||t - t_1|| > \epsilon \end{cases} \quad (1)$$

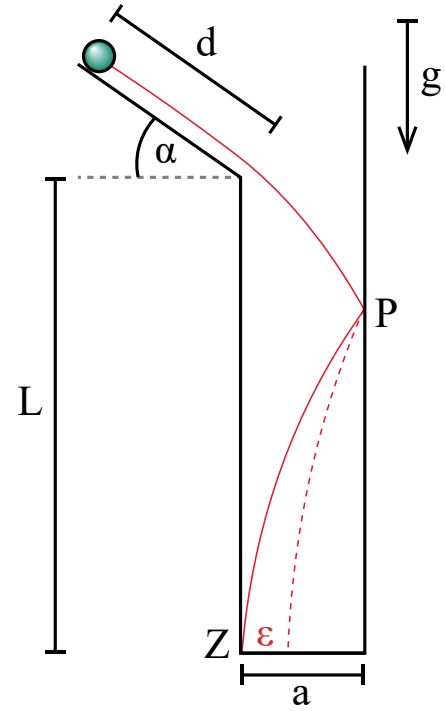


Figura 1: Esquema de partícula cayendo a un hoyo, rebotando en las paredes (caso de un solo rebote).

Es decir, se aplica una fuerza constante F_0 en un intervalo $[-\epsilon, \epsilon]$ al rededor del tiempo t_1 .

- a) Determine el impulso aplicado y la fuerza F_0 aplicada por el suelo. Comente el caso cuando $\epsilon \rightarrow 0$.

Considere ahora dos esferas, una arriba de la otra, como se ve en la figura. La esfera superior tiene radio a y la esfera inferior tiene radio $2a$. ambas esferas son soltadas del reposo desde una altura h medida desde el centro de la esfera mayor. Asuma que el centro de ambas esferas está alineado con la vertical y que todas las colisiones son elásticas.

- b) ¿Cual es la máxima altura a la que puede llegar la esfera superior?
- c) **Propuesto:** ¿Cuál es el impulso total en cada esfera durante todo el movimiento?

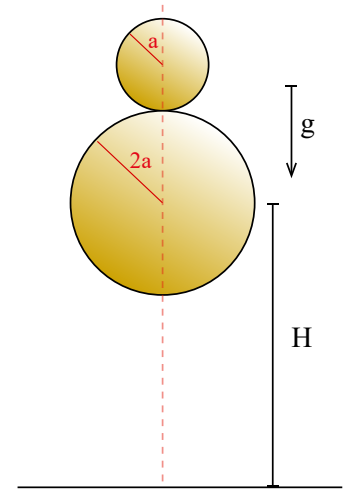


Figura 2: Esquema de dos esferas cayendo.

P3.- Billar de Newton:

Considere un billar circular de radio R centrado en el punto S , en el cual se lanza una bola puntual de masa m , rapidez inicial v_0 , que forma un ángulo α_0 con la recta tangente a la circunferencia en el punto de contacto con la banda (ver figura). La bola choca elásticamente con la banda 1, 2, 3, ..., n veces. Considerando que no existe roce entre la mesa y la bola, calcule:

- a) los ángulos $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$, las velocidades $v_1, v_2, \dots, v_n$, las distancias recorridas entre choques sucesivos con la banda $d_1, d_2, \dots, d_n$ y los respectivos tiempos $t_1, t_2, \dots, t_n$.
- b) el cambio de momentum (magnitud y dirección) de la bola entre dos choques sucesivos.
- c) **Propuesto:** Calcule la magnitud y dirección de la fuerza que el billar ejerce sobre la partícula, cuando el ángulo $\alpha_0 \rightarrow 0$. Comente su resultado.
- d) **Propuesto:** Analice el caso inelástico, donde cada colisión se caracteriza por un coeficiente de restitución $r < 1$ ¿Como cambian los ángulos α_i , las distancias d_i y los tiempos t_i luego de cada colisión?

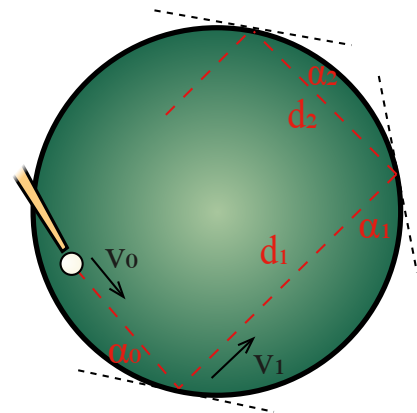


Figura 3: Billar circular.