

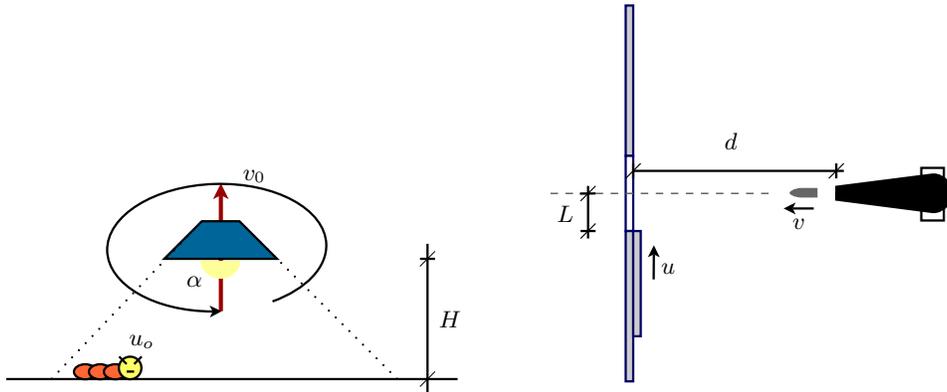


**Guía: Problemas de Cinemática**

Se recomienda adiestrarse para el próximo Miércoles 06 de Abril, trabajando los problemas 3, 4, 5, 10, 11 y 13.

**PROBLEMAS DE CINEMÁTICA EN 1 Y 2 DIMENSIONES**

1. Una ampolleta con su pantalla se desplaza con una velocidad  $v_0$  en la dirección vertical, como se indica en la figura. Una cuncuna se desplaza a lo largo de una recta horizontal con una rapidez constante  $u_0$ . En el instante  $t = 0$ , la cuncuna se encuentra en un extremo de la zona iluminada y la ampolleta se encuentra a altura  $H$  respecto del piso, ¿cuánto tarda en salir de esta zona iluminada? ¿Existe una posibilidad de que quede atrapada en la zona iluminada sin poder salir?



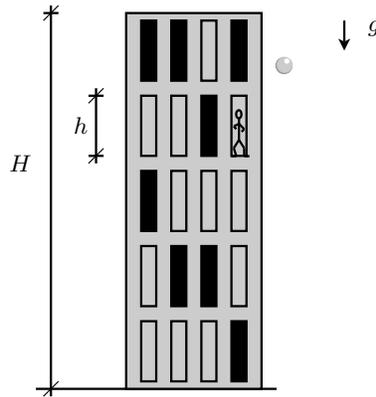
2. Una compuerta deslizante de ancho  $D$ , se cierra con velocidad  $u$ . A una distancia  $d$ , perpendicular al plano de la compuerta, se ubica un cañón que dispara proyectiles que se mueven con velocidad constante  $v$  (desprecie la gravedad) en un plano horizontal, perpendicular al de la compuerta.

Si el cañón comienza a disparar cuando la compuerta se encuentra a una distancia  $L$  de la línea de disparo del cañón y éste dispara  $N$  balas por minuto, calcule cuántas balas alcanzan a cruzar la compuerta antes de que ésta se cierre.

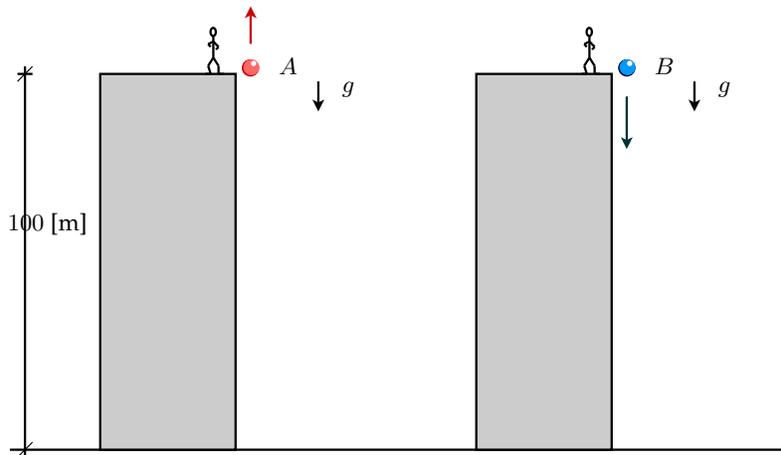
3. Una bola de acero se deja caer desde el techo de un edificio. Un observador parado frente a una ventana de altura  $h$  nota que la bola cruza la ventana en  $\tau$  segundos. La bola continúa cayendo hasta chocar en forma completamente elástica con el piso (es decir, el módulo de su velocidad no cambia) y reaparece en la parte baja de la ventana  $\tau_0$  segundos después. Demuestre que la altura del edificio está dada por

$$H = \frac{g}{8} \left( \tau_0 + \tau + \frac{2h}{\tau g} \right)^2 \tag{1}$$

Note que este resultado no depende explícitamente de la altura a la cual se encuentra la ventana.



4. Un malabarista desea mantener 3 manzanas en el aire, lanzando una cada 0,5 [s]. ¿Cuál es la velocidad con la cual debe lanzarlas?
5. Se deja caer una piedra desde el borde superior de un pozo. Pasado un tiempo  $T$  se escucha el sonido del choque de la piedra con el agua.
  - a) Determine la profundidad del pozo  $H$  si la velocidad del sonido es  $U = 340$  [m/s].
  - b) Si  $T = 5$  [s], calcule la profundidad del pozo  $H$ . Estime el valor límite de  $H$  para el cual tiene sentido considerar la velocidad del sonido en la solución del problema.
6. Una pelota  $A$  se lanza verticalmente hacia arriba a 5 [m/s] desde la azotea de un edificio a 100 [m] de altura. Otra pelota  $B$  se arroja hacia abajo desde el mismo punto 2 [s] más tarde a 20 [m/s]. ¿Cuándo y a qué altura respecto al suelo se encontrarán ambas pelotas?



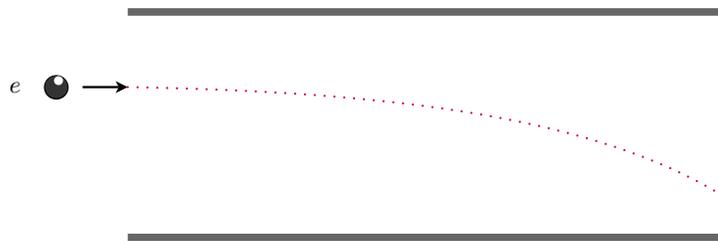
7. Se deja caer una pelota desde una altura  $h$ . La pelota choca con el piso y rebota con una velocidad proporcional a la que tenía en el instante que tocó el suelo, es decir:

$$V_{\text{rebote}} = kV_{\text{llegada}}, \quad \text{con } 0 < k < 1. \quad (2)$$

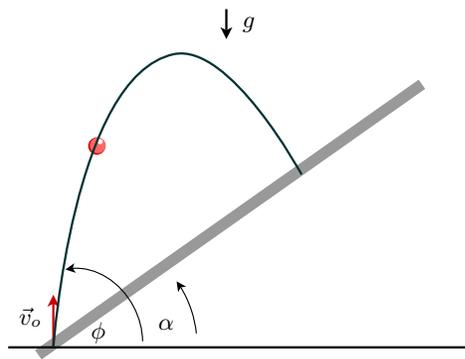
La pelota sube y luego cae una vez más, volviendo a rebotar, de modo que la rapidez en el rebote cumple la misma relación señalada para el primer rebote. Así continúa el movimiento, con sucesivos rebotes, hasta que la pelota deja de moverse. Considerando que todos estos rebotes ocurren manteniendo el movimiento en la dirección vertical, calcule:

- a) La altura que alcanza la pelota después del primer rebote.
- b) La altura que alcanza la pelota después del segundo rebote.
- c) La altura que alcanza la pelota después del  $n$ -ésimo rebote.
- d) La distancia total recorrida desde que se soltó la pelota hasta el  $n$ -ésimo rebote.
- e) La distancia total recorrida por la pelota hasta que se detiene (tome  $n$  tendiendo a infinito en la expresión anterior).

8. Una pelota se desliza sobre el techo liso de una casa, que forma un ángulo de  $45^\circ$  respecto a la horizontal. Si la pelota parte del reposo desde el punto más alto del techo, a una altura  $2H$  del suelo, donde  $H$  es la altura de las murallas de la casa.
- Determine la velocidad de la pelota al momento de desprenderse del techo.
  - Calcule la distancia entre la muralla y el punto de impacto de la pelota en el suelo.
9. Una pelota es lanzada con una velocidad de  $20 \text{ [m/s]}$  y un ángulo de  $30^\circ$  sobre la horizontal hacia una pared que está a  $25 \text{ [m]}$  de distancia. Calcule
- El tiempo en que la pelota está en el aire antes de golpear la pared.
  - La altura a la cual la pelota golpea la pared, medida con respecto al punto de salida.
  - Las componentes horizontal y vertical de la velocidad de la pelota cuando ésta choca con la pared.
10. Un electrón viaja inicialmente con una rapidez de  $10^9 \text{ [cm/s]}$  cuando ingresa a una región confinada por dos placas metálicas paralelas. Estas placas están cargadas eléctricamente, lo que induce un campo electrostático que desvía el electrón de su trayectoria original. El electrón viaja  $2 \text{ [cm]}$  antes de emerger a la derecha de las placas, y durante ese intervalo, sufre una aceleración constante hacia abajo igual a  $10^{17} \text{ [cm/s}^2\text{]}$ . Determine:
- El tiempo que demora el electrón en recorrer los  $2 \text{ [cm]}$ .
  - La distancia vertical que recorre durante este tiempo.
  - Determine la velocidad del electrón al salir de la región entre las placas.



11. Un proyectil se dispara desde la ladera de un cerro con velocidad  $\vec{v}_0$ , formando un ángulo  $\phi$  respecto del plano horizontal. Si la pendiente del cerro, medida respecto al plano horizontal, es  $\alpha$ :
- Determine el tiempo que demora el proyectil en chocar con la ladera del cerro.
  - Determine el alcance  $R$  sobre la ladera del cerro.
  - Si la pendiente del cerro es  $\alpha = 45^\circ$ , determine el ángulo de lanzamiento del proyectil que permite obtener el alcance máximo.



12. Demuestre que para un proyectil disparado desde el suelo con un ángulo de lanzamiento  $\theta_0$  se cumple:

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{4} \tan \theta_0. \quad (3)$$

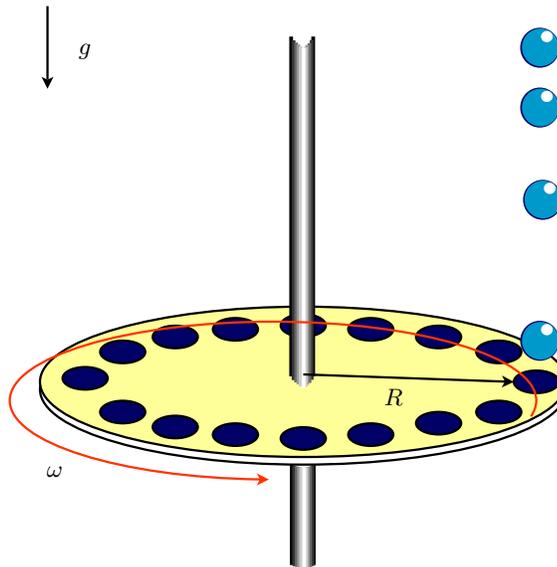
donde  $H$  es la altura máxima y  $R$  es el alcance horizontal máximo.

13. Un bombardero que se mueve en picada formando un ángulo de  $56^\circ$  con la vertical, suelta una bomba a una altitud de 730 [m]. La bomba llega al suelo 5,1 [s] más tarde.

- ¿Cuál es la velocidad del bombardero?
- ¿Qué distancia horizontal viaja la bomba durante su recorrido?
- ¿Cuáles son las componentes horizontal y vertical de su velocidad en el momento antes de que toque el suelo?
- ¿Con qué velocidad y ángulo con la vertical cayó la bomba al suelo?

14. Sobre un disco horizontal que gira con velocidad angular constante, se dejan caer bolitas cada  $T$  segundos. En el disco hay  $N$  agujeros distribuidos uniformemente.

- Calcular  $\omega$  mínimo para que las bolitas pasen sin chocar con el disco.
- ¿Con qué velocidad angular debe girar el disco para que las bolitas pasen hoyo por medio?



15. En un movimiento parabólico, dada una velocidad inicial, existen dos valores para el ángulo inicial que dan el mismo rango. ¿Cuántos valores diferentes de la velocidad inicial dan la misma altura máxima? ¿Y el mismo tiempo de vuelo?

16. Durante un partido de tenis, un jugador sirve a 23,6 [m/s]. La pelota deja la raqueta a 2,37 [m] sobre la superficie de la cancha con velocidad netamente horizontal. ¿A qué altura de la red pasará la pelota, si la red se encuentra a 12 [m] de distancia y tiene 0,90 [m] de altura? Ahora, suponga que el jugador sirve la pelota como antes, excepto que la velocidad de la pelota forma un ángulo de  $5^\circ$  con la horizontal, en dirección hacia el suelo. ¿Pasará esta vez la pelota sin tocar la red?

17. Se lanzan dos proyectiles  $A$  y  $B$  de modo que tienen igual alcance horizontal  $L$ .  $A$  se lanza desde una altura  $H$ , que es igual a la altura máxima que alcanza  $B$  durante su vuelo.

- Calcule la razón entre los tiempos de vuelo de  $A$  y  $B$ .
- Calcule la razón entre las componentes horizontales de la velocidad de los proyectiles ¿Cuál es la rapidez (magnitud de la velocidad) de cada uno de ellos al llegar al suelo?

