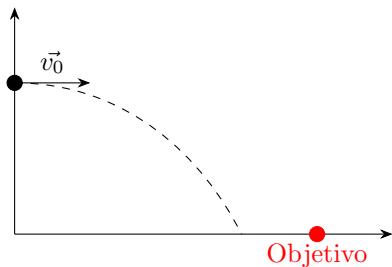


Ejercicio de Física

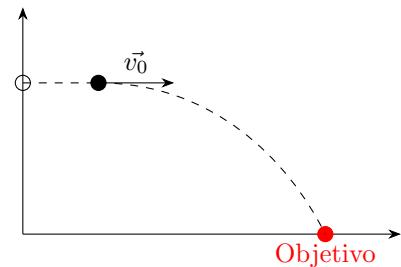
Ben Thomas

January 21, 2026

1. Un avión que se encuentra a una altura h_0 viaja con velocidad v_{av} y lanza un misil horizontalmente a velocidad v_m que debe impactar en un objetivo a distancia x_t . Menosprecia la fricción con el aire y supón la aceleración gravitatoria como $-g$.



(a) Avión en $t = 0$



(b) Avión en t_0

- (a) Calcula la distancia horizontal que recorre el misil.
- (b) Calcula la distancia que habrá recorrido el avión antes de soltar el misil.
- (c) Calcula el tiempo que tiene que esperar el piloto para lanzar el misil.
- (d) Calcula el tiempo total que transcurre desde que el avión sale de x_0 hasta que impacta en el objetivo.
- (e) Calcula con qué ángulo impacta con el objetivo.

Lo primero es analizar el problema. Si el avión lanza el misil demasiado temprano, se queda corto, pero si lo lanza tarde se pasa de largo. Tenemos que averiguar exactamente cuando lo hay que soltar.

Para ello calculamos el tiempo que el objeto tarda en tocar el suelo. Éste NO depende de x , ya que tomamos por separado los dos ejes. Para realizar éste cálculo cogemos que la altura inicial (y_0) es h_0 y altura final (y) es 0.

$$y = y_0 + v_y t + \frac{1}{2} a_y t^2 \rightarrow 0 = h_0 - \frac{1}{2} g t^2$$

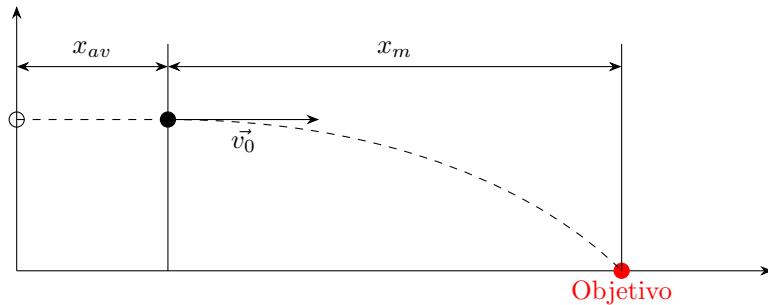
Aislamos el tiempo, vamos a llamarle t_{imp} (de impacto):

$$t_{imp} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$$

Teniendo esto, podemos calcular ahora la distancia horizontal que viaja el misil, usando la ecuación para el eje x . Para saber la DISTANCIA que recorre vamos a imponer $x_0 = 0$ y $t = t_{imp}$. Recuerda que la fricción con el aire se menoscopia y por tanto no hay aceleración en x . Ten en cuenta que la velocidad del misil es la velocidad del avión + la velocidad horizontal a la que se lanza el misil: $v_x = v_{av} + v_m$:

$$x_m = x_0 + v_x t + \frac{1}{2} a_x t^2 \rightarrow x_m = v_x t \rightarrow x_m = v_x t_{imp} \rightarrow x_m = (v_{av} + v_m) \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$$

Ahora sabemos la distancia en el eje x a la que se debe lanzar el misil del avión. Pero el ejercicio nos pide el tiempo que tiene que volar el avión antes de lanzar su misil. Vamos a hacer un esquema para ello:



En el esquema x_{av} es la distancia que recorre el avión antes de soltar el misil, y x_m es la distancia que recorre el misil una vez soltado. Como se puede observar la distancia total $x_t = x_m + x_{av}$. De manera que sabiendo x_t y x_m podemos calcular x_{av} , y si tenemos x_{av} se puede calcular el tiempo que tiene que volar antes de soltar el misil, sabiendo que el avión sigue un movimiento rectilíneo uniforme a velocidad v_{av} :

$$x_{av} = x_t - x_m \rightarrow v_{av} t = x_t - x_m \rightarrow t_{pil} = \frac{x_t - x_m}{v_{av}} = \frac{x_t - (v_{av} + v_m) \sqrt{\frac{2h_0}{g}}}{v_{av}}$$

La distancia que recorre el avión antes de soltar el misil es x_{av} , que ya hemos calculado en el apartado anterior:

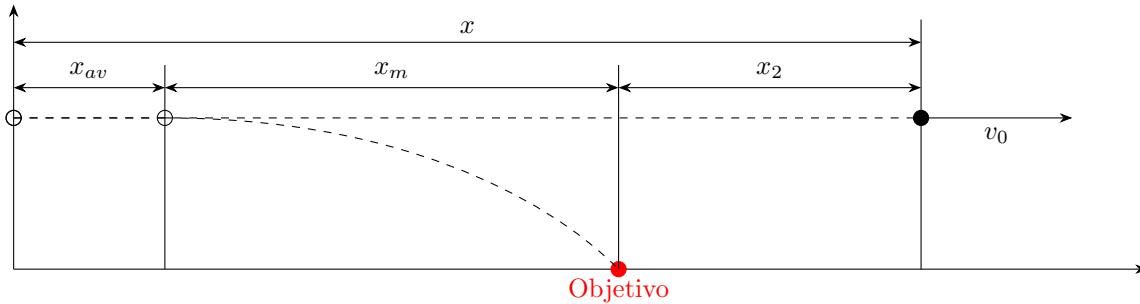
$$x_{av} = x_t - x_m = x_t - (v_{av} + v_m) \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = x_{av}$$

Para calcular el tiempo total(t_t) que transcurre desde que el avión sale de su posición inicial hasta que el misil impacta en el objetivo, debemos sumar el tiempo que tiene que esperar el piloto para lanzarlo t_{pil} + el tiempo que tarda en impactar una vez lanzado t_{imp} .

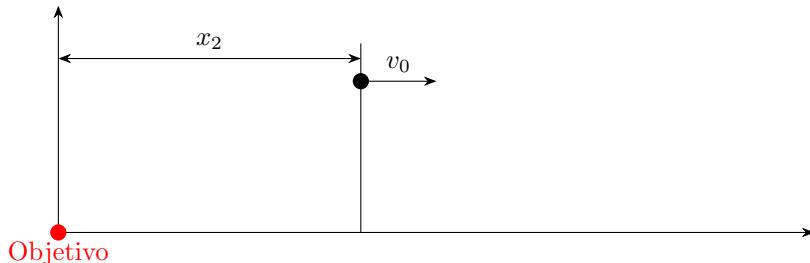
$$t_t = t_{pil} + t_{imp} = \frac{x_t - (v_{av} + v_m) \sqrt{\frac{2h_0}{g}}}{v_{av}} + \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = \frac{x_t}{v_{av}} + \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \left(1 - \frac{v_{av} + v_m}{v_{av}} \right)$$

$$t_t = \frac{x_t}{v_{av}} + \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \left(\frac{v_{av} - v_{av} - v_m}{v_{av}} \right) = \frac{x_t}{v_{av}} - \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \left(\frac{v_m}{v_{av}} \right) = \boxed{\frac{1}{v_{av}} \left(x_t - v_m \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \right)}$$

Para saber cuándo el piloto escucha la explosión, debemos tener en cuenta que el sonido tiene una cierta velocidad, por tanto tarda en llegar al piloto, el cual sigue desplazándose con el avión y por tanto alejándose del ruido. Vamos a visualizar el problema: Cuando el sonido llega al avión esta a una cierta distancia x_2



Para que el avión llegue a la distancia x , debe pasar el tiempo t_t calculado anteriormente. Podemos entender el problema como si fuese un avión saliendo de distancia $x - x_{av} - x_m$, con velocidad v_0 y calcular cuando el sonido viajando a v_{son} intercepta el avión:



Hay que montar un sistema de ecuaciones de la siguiente manera:

$$\begin{cases} x = x_2 + v_0 t \end{cases}$$

Para saber con qué ángulo impacta en el objetivo debemos saber las componentes v_x y v_y en el instante del impacto:

