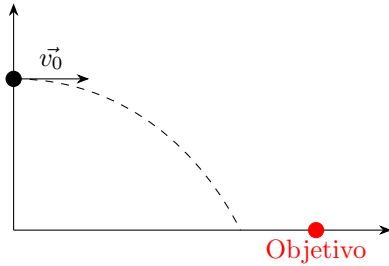


# Ejercicio de Física

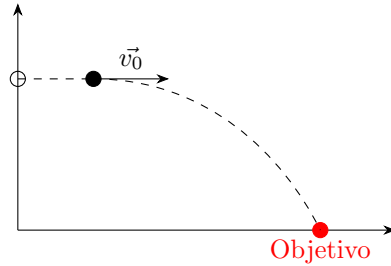
Ben Thomas

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 calculo cogemos que la altura inicial ( $y_0$ ) es  $h_0$  y altura final ( $y$ ) es 0.

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

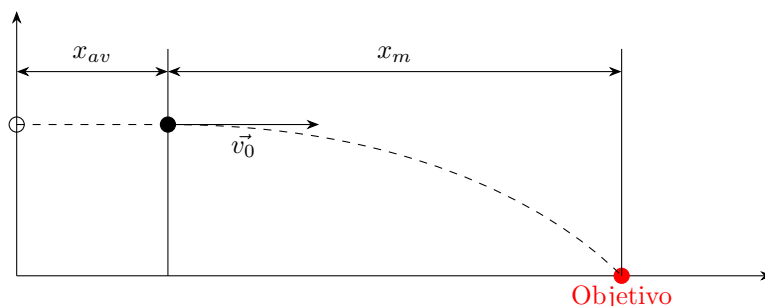
Aislamos el tiempo, vamos a llamarle  $t_{imp}$  (de impacto):

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

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 menosprecia 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:

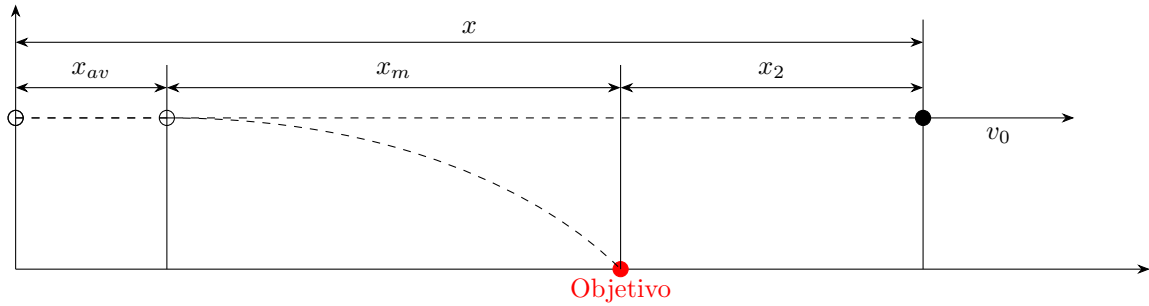
$$x_{av} = x_t - x_m = x_t - (v_{av} + v_m) \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = x_{av}$$

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  $t_{imp}$ .

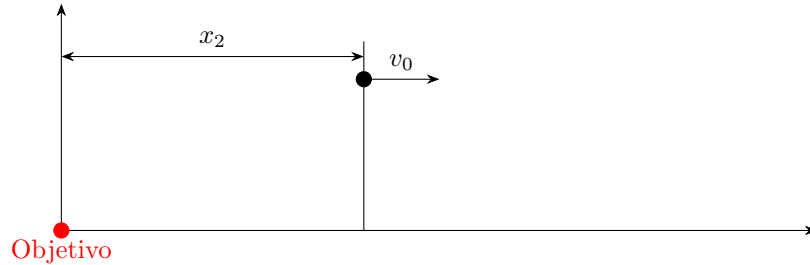
$$t_t = t_{pil} + t_{imp} = \frac{x_t - (v_{av} + v_m) \sqrt{\frac{2h_0}{g}}}{v_{av}} + \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = \frac{x_t}{v_{av}} + \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \left(1 - \frac{v_{av} + v_m}{v_{av}}\right)$$

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

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 al 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:

