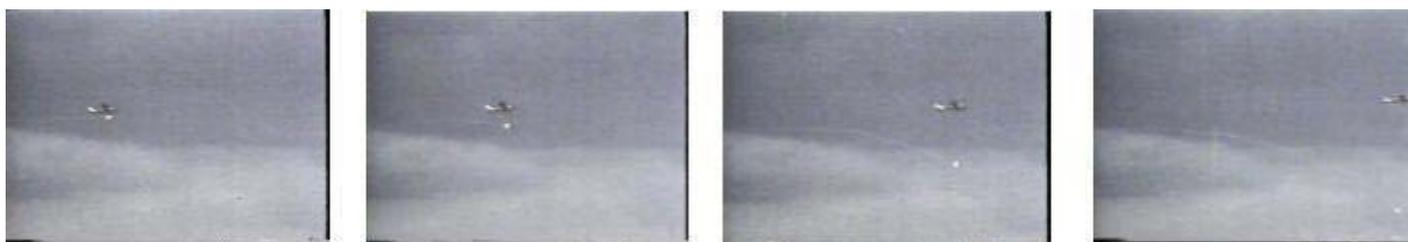


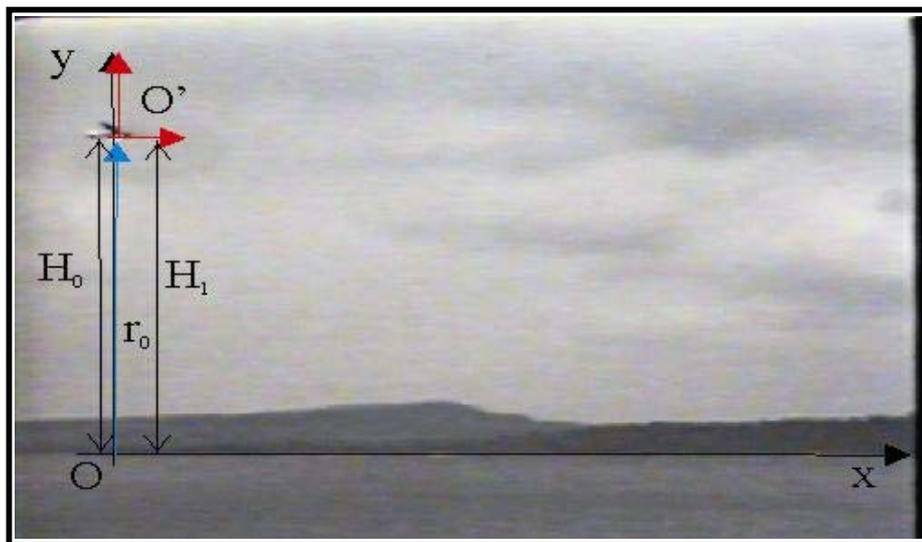
## MOVIMIENTO RELATIVO A TRAVÉS DE FOTOS SUCESIVAS

La idea didáctica de este tema es adaptar una película real, para tomando fotos, o escenas cada determinado tiempo, adaptarla a la enseñanza de un tema característico de física como es el movimiento relativo.

La película canadiense relata el vuelo de una avioneta a  $H_0 = 61,0\text{m}$  de la superficie del agua de un lago y con una velocidad conocida  $v_x = (31,3\text{m/s})$  y constante, manteniendo aproximadamente un vuelo horizontal. El piloto en el tiempo  $t=0$ , deja caer una bengala encendida, de forma que se puede apreciar la trayectoria del avión y de la bengala, ya que la película está tomada desde suficiente distancia de forma que los errores de paralaje se puedan despreciar



La bengala se observa como un punto blanco, y a simple vista se aprecia que se mantiene en la vertical del avión, de forma que el piloto diría que describe una trayectoria rectilínea, mientras que un observador desde tierra, tal como el que filma la película, observa que su trayectoria es parabólica. Quiere decir que según el sistema de referencia que se tome, las conclusiones pueden ser diferentes.



Situamos un sistema de referencia  $O$ , en tierra, y otro  $O'$ , vinculado al avión que vuela a una altura  $H_0$  constante, con velocidad también constante  $v_x$ . El vector de posición de este sistema respecto al fijo es  $\mathbf{r}_0$ , y el de la bengala respecto al móvil  $\mathbf{r}'$ , y el vector de posición de la bengala respecto a  $O$ , es  $\mathbf{r}$ .

La composición vectorial nos dice que en cada instante

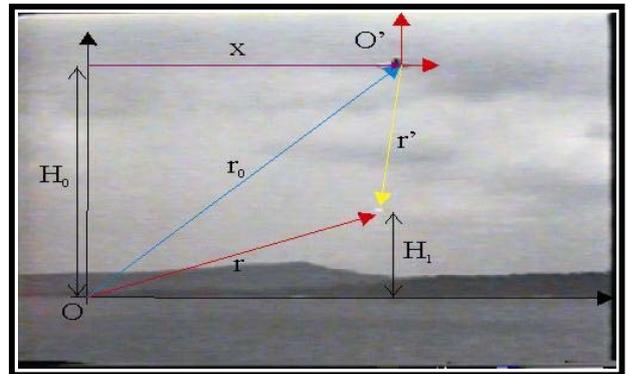
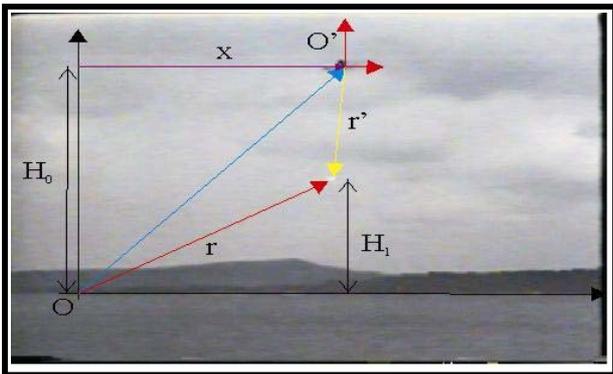
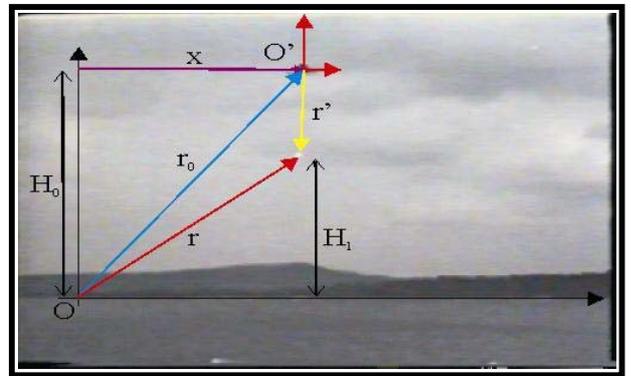
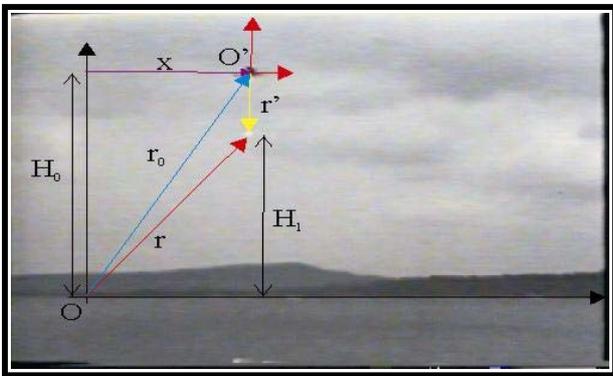
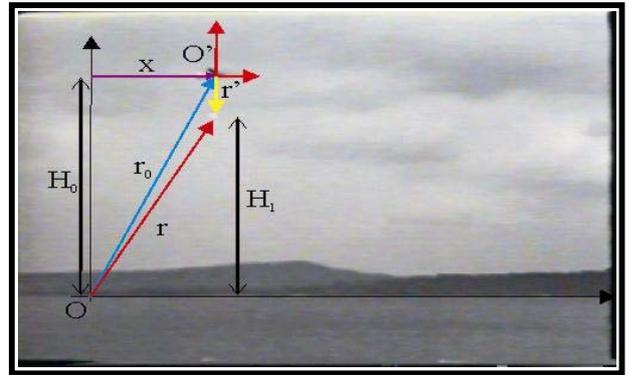
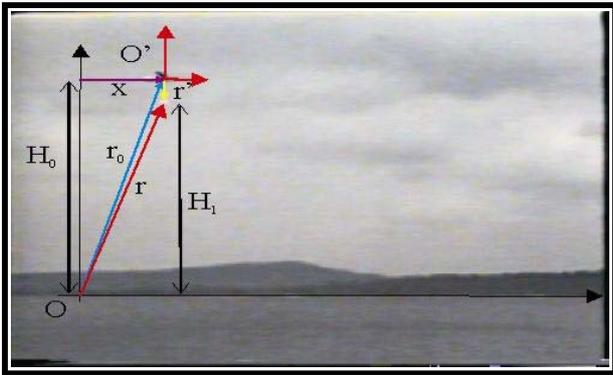
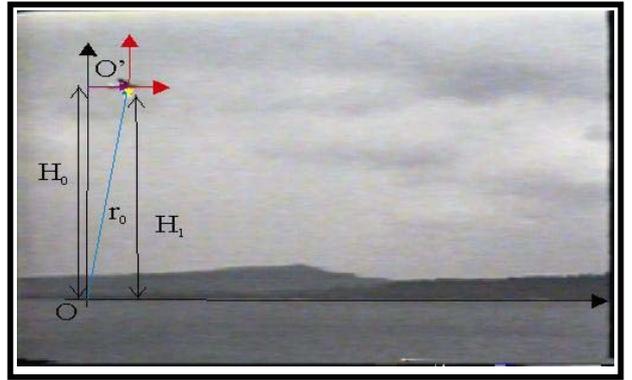
$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{r}'$$

$$\text{En } t = 0$$

$$\mathbf{r}_0 = H_0 \mathbf{j}, \quad \mathbf{r}' = \mathbf{0} \quad \text{y} \quad \mathbf{r} = \mathbf{r}_0 = H_0 \mathbf{j}$$

Realmente se aprecia en la foto anterior que  $H_1 < H_0$ , y  $\mathbf{r} \neq \mathbf{r}_0$  por lo que la hipótesis anterior es una aproximación. En la realidad la bengala debe tener velocidad inicial cuando comienzan a medirse los tiempos.

A partir de este instante se capturarán fotografías cada 0,30 segundos. Como conocemos la altura a la que vuela, en cada foto se medirá el factor de conversión de distancias verticales  $F_y = 61\text{m} / H_0(\text{mm})$ . Cada distancia vertical en mm que se tome de la foto, habrá que multiplicarla por  $F_y$ , para convertirla en distancia real en metros. La distorsión de las impresoras, hace necesario emplear otro factor  $F_x$  para cada distancia horizontal, que se obtendrá a partir del dato de la velocidad horizontal constante y el tiempo:  $F_x = (vt)/x(\text{mm})$ .



Como se aprecia en las fotos la bengala debido a la resistencia del aire, se va retrasando respecto a la vertical del avión. Debe tenerse en cuenta de que se está tratando con un montaje real, no teórico.

Se realiza la toma de datos de  $H_0$ ,  $H_1$ , y  $x_0$  para cada valor de tiempo, calculando el factor  $F_y$  y  $F_x$  en cada foto, tal como se ha explicado y disponiéndolo en la tabla 1. Cada longitud medida en la foto se multiplicará por  $F$  para convertirlo en valor real.

Tabla 1

	$H_0$ foto /mm	$F_y$ 61m/ $H_0$	$H_1$ foto / mm	$H_1$ real /m	y b-av foto/mm	y b-av /real	x foto /mm	x real vt/m	$F_x$	xbeng foto/mm	x real beng/m	t/s
1												0,00
2												0,30
3												0,60
4												0,90
5												1,20
6												1,50
7												1,80
8												2,10

En una hoja de cálculo se representará:

- $H_1$  frente a  $t$ , para determinar la aceleración de la bengala
- La posición horizontal de la bengala ( $x_b$ ), comparada con la de la avioneta frente al tiempo
- La posición vertical de la bengala respecto a la avioneta ( $y_{b-av}$ ), frente al tiempo
- La trayectoria de la bengala