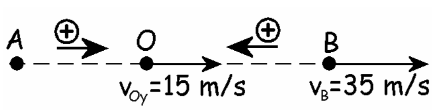


a) Tendremos lo que aparece en el gráfico. Para el oyente, la frecuencia que percibe procedente del silbato A será:

$$\nu'_A = \nu_A \frac{v - v_{O/m}}{v - v_{F/m}} = \nu_A \frac{v - v_O}{v - v_F} = \nu_A \frac{v - v_{Oy}}{v} = 220\frac{340-15}{340} = 210.29\ \text{Hz}$$

<u>ν'</u>

$\underline{\nu'_A = 210.29\ \text{Hz}}$

Y la que percibe procedente de B:

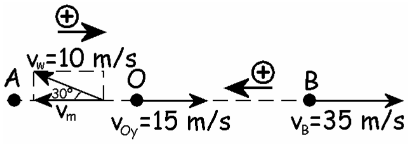
$$\nu'_B = \nu_B \frac{v - v_{O/m}}{v - v_{F/m}} = \nu_B \frac{v - v_O}{v - v_F} = \nu_B \frac{v + v_{Oy}}{v + v_B} = 220\frac{340+15}{340+35} = 208.27\ \text{Hz}$$

$\underline{\nu'_B = 208.27\ \text{Hz}}$

Por tanto la frecuencia de las pulsaciones:

$\nu_{Pulsaciones} = \nu'_A - \nu'_B = 210.29 - 208.27 = 2.02$ Hz

$\underline{\nu_{Pulsaciones} = 2.02\ \text{Hz}}$



b) Ahora tenemos que el viento sopla en sentido contrario al del avance del oyente y formando un ángulo de 30º con la horizontal (ver figura). Tendremos que tener en cuenta que el medio no está en reposo, y además que tenemos que proyectar esta velocidad sobre la recta que nos une el observador con la fuente. Para la frecuencia que se percibe del silbato A:

$$\nu'_A = \nu_A \frac{v - v_{O/m}}{v - v_{F/m}} = \nu_A \frac{v - v_O + v_m}{v - v_F + v_m} = \nu_A \frac{v - v_{Oy} - v_w \cos 30^o}{v - v_w \cos 30^o} =$$

$$= 220\frac{340 - 15 - 10\cos 30^o}{340 - 10\cos 30^o} = 210.04\ \text{Hz}$$

$\underline{\nu'_A = 210.04\ \text{Hz}}$

Y la que percibe el oyente procedente del silbato B:

$$\nu'_B = \nu_B \frac{v - v_{O/m}}{v - v_{F/m}} = \nu_B \frac{v - v_O + v_m}{v - v_F + v_m} = \nu_B \frac{v + v_{Oy} + v_w \cos 30^o}{v + v_B + v_w \cos 30^o} =$$

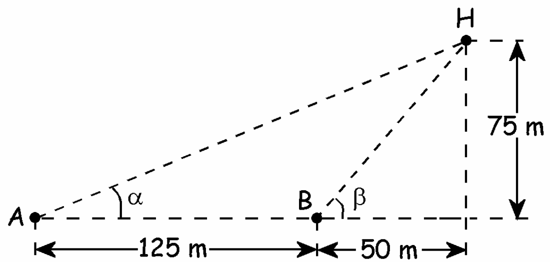
$$= 220\frac{340 + 15 + 10\cos 30^o}{340 + 35 + 10\cos 30^o} = 208.53\ \text{Hz}$$

$\underline{\nu'_B = 208.53\ \text{Hz}}$

La frecuencia de las pulsaciones:

$\nu_{Pulsaciones} = \nu'_A - \nu'_B = 210.04 - 208.53 = 1.51$ Hz

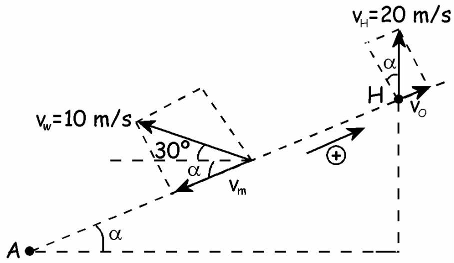
$\underline{\nu_{Pulsaciones} = 1.51\ \text{Hz}}$



c) Para proyectar las velocidades sobre la recta de unión observador-fuente tendremos que calcular en primer lugar los ángulos que forman dichas rectas con la horizontal. Tendremos pues que los dos ángulos que nos interesan son:

$$tg\alpha = \frac{75}{125+50} = 0.429 \Rightarrow \alpha = 23.20^{o}$$

$$tg\beta = \frac{75}{50} = 1.5 \Rightarrow \beta = 56.31^{o}$$



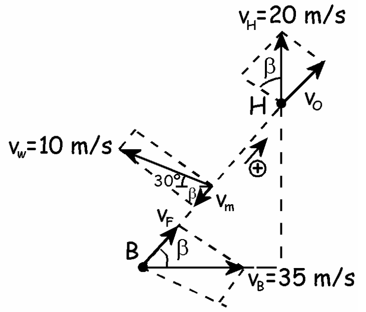
Comencemos ahora solamente por la frecuencia percibida del silbato A. Tendremos que aplicando el efecto Doppler:

$$\nu'_A = \nu_A \frac{v - v_{O/m}}{v - v_{F/m}} = \nu_A \frac{v - v_O + v_m}{v - v_F + v_m} =$$

$$= \nu_A \frac{v - v_H sen\alpha - v_w \cos(30^o+\alpha)}{v - v_w \cos(30^o+\alpha)} =$$

$$= 220 \frac{340 - 20 sen 23.20^o - 10\cos(30^o+23.30^o)}{340 - 10\cos(30^o+23.30^o)} = 214.81\ \text{Hz}$$

$\underline{\nu'_A = 214.81\ \text{Hz}}$



Ahora nos centramos únicamente en el silbato B. Tendremos que la frecuencia percibida por el piloto del helicóptero será:

$$\nu'_B = \nu_B \frac{v - v_{O/m}}{v - v_{F/m}} = \nu_B \frac{v - v_O + v_m}{v - v_F + v_m} =$$

$$= \nu_B \frac{v - v_H sen\beta - v_w \cos(30^o+\beta)}{v - v_B \cos\beta - v_w \cos(30^o+\beta)} =$$

$$= 220 \frac{340 - 20 sen 56.31^o - 10\cos(30^o+56.31^o)}{340 - 35\cos 56.31 - 10\cos(30^o+56.31^o)} = 221.91\ \text{Hz}$$

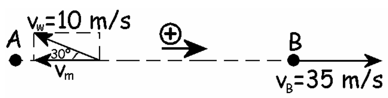
$\underline{\nu'_B = 221.91\ \text{Hz}}$

La pulsación detectada, igual que en los apartados anteriores, es:

$\nu_{Pulsación} = \nu'_B - \nu'_A = 221.91 - 214.81 = 7.10$ Hz

$\underline{\nu_{Pulsación} = 7.10\ \text{Hz}}$

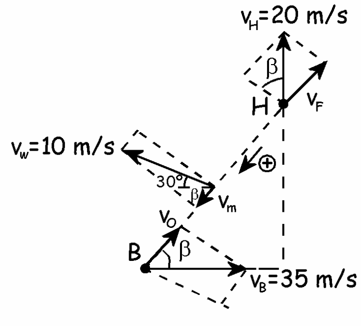
c) Ahora el único tren que emite es el tren A, que emite una frecuencia ν_A=220 Hz. Al conductor del tren B le llegan dos frecuencias, en primer lugar la directa del tren A, y en segundo lugar la reflejada por el helicóptero. La frecuencia que percibe directamente del silbato A será:



$$\nu'_A = \nu_A \frac{v - v_{O/m}}{v - v_{F/m}} = \nu_A \frac{v - v_O + v_m}{v - v_F + v_m} = \nu_A \frac{v - v_B - v_w \cos 30^o}{v - v_w \cos 30^o} =$$

$$= 220 \frac{340 - 35 - 10\cos 30^o}{340 - 10\cos 30^o} = 196.76\ \text{Hz}$$

La otra frecuencia que percibe el conductor del tren B es la reflejada por el helicóptero. Dicha frecuencia se percibe después de dos etapas, en primer lugar el tren A emite una frecuencia ν_A=220 Hz que es percibida por el helicóptero como ν'_A=214.81 Hz (ver apartado anterior), y a continuación el helicóptero actúa como fuente, emitiendo esta misma frecuencia que ha percibido, y el observador situado en el tren B la percibe como ν''_A, que será:



$$\nu''_A = \nu'_A \frac{v - v_{O/m}}{v - v_{F/m}} = \nu'_A \frac{v - v_O + v_m}{v - v_F + v_m} =$$

$$= \nu'_A \frac{v + v_B \cos\beta + v_w \cos(30º+\beta)}{v + v_H \mathrm{sen}\beta + v_w \cos(30º+\beta)} =$$

$$= 214.81 \frac{340 + 35\cos 56.31º + 10\cos(30º+56.31º)}{340 + 20\mathrm{sen}56.31º + 10\cos(30º+56.31º)} = 216.48 \text{ Hz}$$

La frecuencia de las pulsaciones es por tanto:

$$\nu_{Pulsación} = \nu''_A - \nu'_A = 216.48 - 196.76 = 79.72 \text{ Hz}$$

$$\underline{\nu_{Pulsación} = 79.72 \text{ Hz}}$$