



FACULTAD DE FÍSICA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE

Dinámica (FIS1514)

Movimiento Relativo

Felipe Isaule

felipe.isaule@uc.cl

Lunes 26 de Agosto de 2024

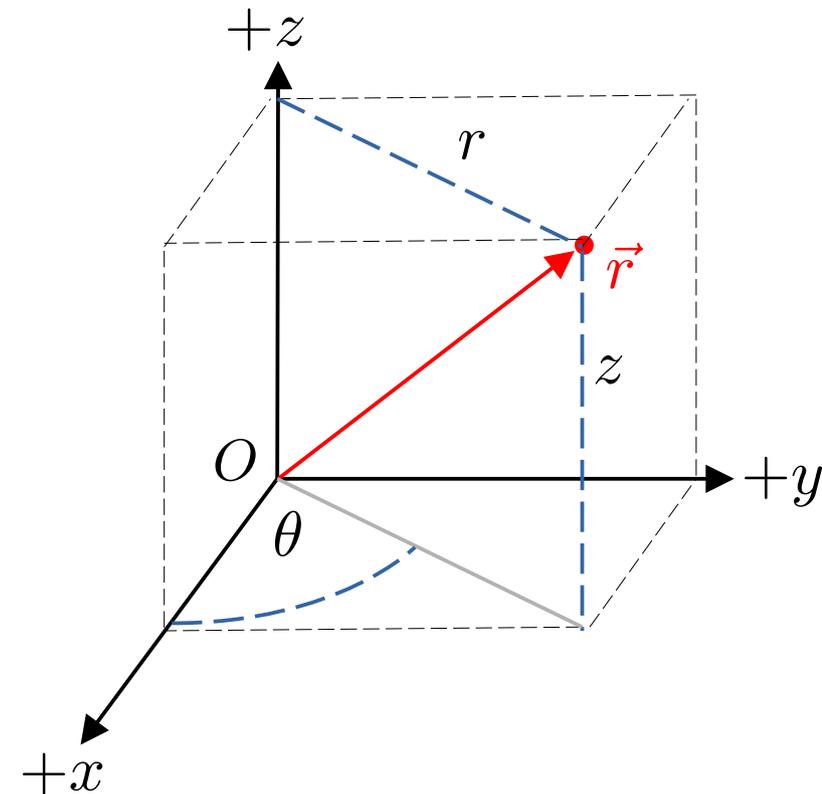
Resumen clase anterior

- Definimos las coordenadas **polares** y **cilíndricas**.

$$\vec{r} = r \hat{r} + z \hat{k}$$

$$\vec{v} = \dot{r} \hat{r} + r \dot{\theta} \hat{\theta} + \dot{z} \hat{k}$$

$$\vec{a} = \left(\ddot{r} - r \dot{\theta}^2 \right) \hat{r} + \left(r \ddot{\theta} + 2 \dot{r} \dot{\theta} \right) \hat{\theta} + \ddot{z} \hat{k}$$



Clase 7: Movimiento Relativo

- Movimiento relativo.

- Bibliografía recomendada:

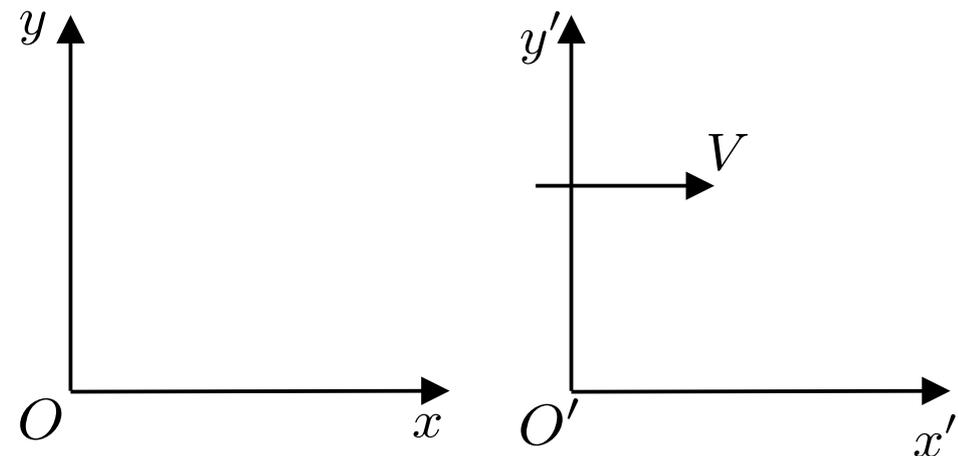
- Meriam (2.8).
- Hibbeler (12.10).

Movimiento relativo

- Hasta ahora, hemos estudiado movimientos descritos desde **sistemas de referencias estáticos**.
- Sin embargo, en algunos problemas es conveniente describir movimientos desde **sistemas de referencia en movimiento**.
- Este tipo de problemas se conoce como **movimiento relativo**.
- Principio de relatividad (Galileo)*:

Las leyes de la física son las mismas en distintos *sistemas de referencia inerciales*.

* Se revisará en la unidad de Dinámica.



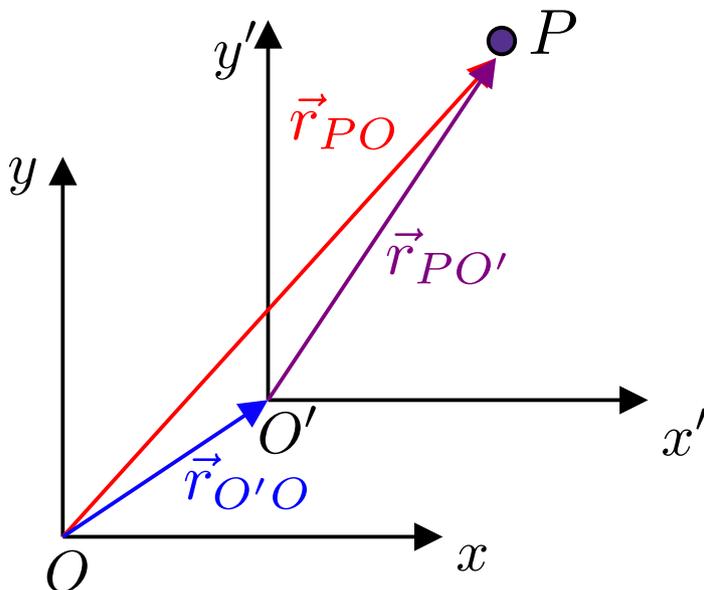
Movimiento relativo

- Si un **sistema de referencia** O' se encuentra a una posición \vec{R} con respecto a **otro sistema de referencia** O . Una partícula P es descrita por

$$\vec{r}_{PO} = \vec{r}_{O'O} + \vec{r}_{PO'}$$

$$\vec{v}_{PO} = \vec{v}_{O'O} + \vec{v}_{PO'}$$

$$\vec{a}_{PO} = \vec{a}_{O'O} + \vec{a}_{PO'}$$

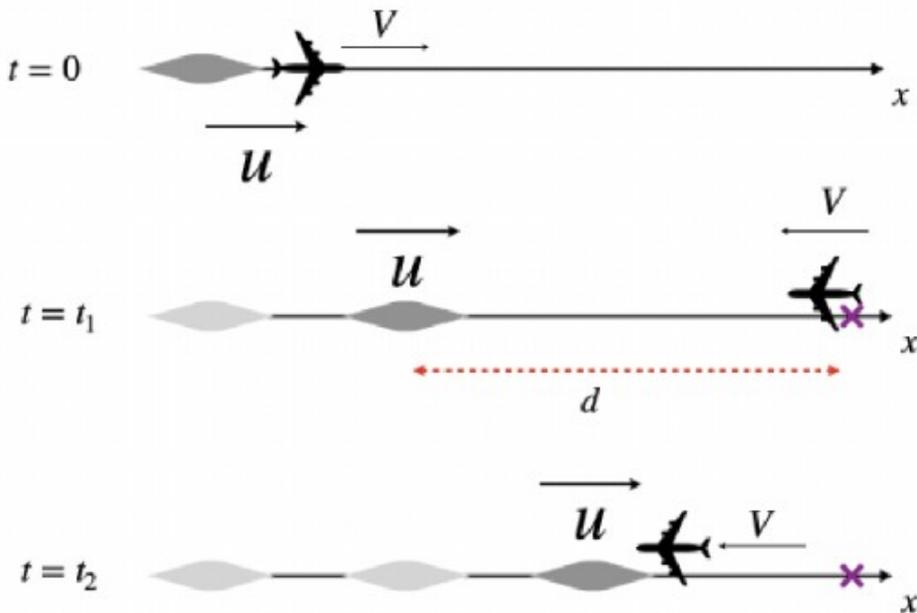


$$\vec{v}_{PO} = \dot{\vec{r}}_{PO} \quad \vec{v}_{O'O} = \dot{\vec{r}}_{O'O}, \quad \vec{v}_{PO'} = \dot{\vec{r}}_{PO'}$$

$$\vec{a}_{PO} = \dot{\vec{v}}_{PO} \quad \vec{a}_{O'O} = \dot{\vec{v}}_{O'O}, \quad \vec{a}_{PO'} = \dot{\vec{v}}_{PO'}$$

Ejemplo 1

- Un portaviones se mueve en una **recta** con una **rapidez** u con **respecto al mar**. Inicialmente, un avión despegua con una **rapidez** V con **respecto al mar** en la **misma dirección del portaviones**.
 - Encuentre el **tiempo** t_1 que le toma al avión alejarse una **distancia** d **del portaviones**.
 - Si luego de alcanzar esa distancia el avión **regresa** con la misma **rapidez** V , encuentre el **tiempo** t_2 **total** que le toma al avión **volver al portaviones**.



Ejemplo 1

- Un portaviones se mueve en una **recta** con una **rapidez** u con **respecto al mar**. Inicialmente, un avión despegua con una **rapidez** V con **respecto al mar** en la **misma dirección del portaviones**.
 - Encuentre el **tiempo** t_1 que le toma al avión alejarse una **distancia** d del portaviones.

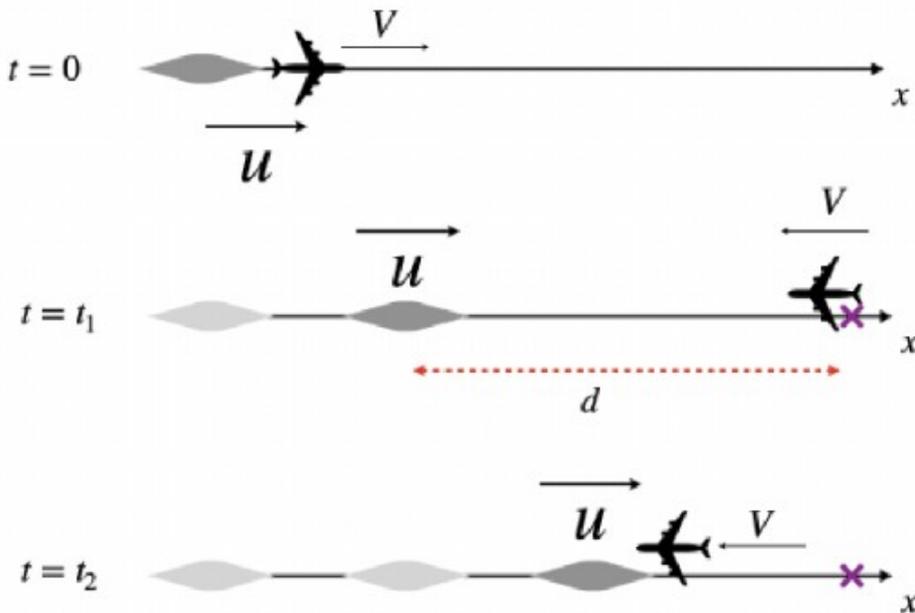
Desde el punto de vista del portaviones, el avión se **aleja** con una rapidez:

$$V' = V - u$$

Como es un movimiento a velocidad constante:

$$X' = X'_0 + V't \quad \longrightarrow \quad d = V't_1$$

$$\longrightarrow \quad \boxed{t_1 = \frac{d}{V - u}}$$



Ejemplo 1

- Un portaviones se mueve en una **recta** con una **rapidez u** con **respecto al mar**. Inicialmente, un avión despegua con una **rapidez V** con **respecto al mar** en la **misma dirección del portaviones**.
 - Si luego de alcanzar esa distancia el avión **regresa** con la misma **rapidez V** , encuentre el **tiempo t_2 total** que le toma al avión **volver al portaviones**.

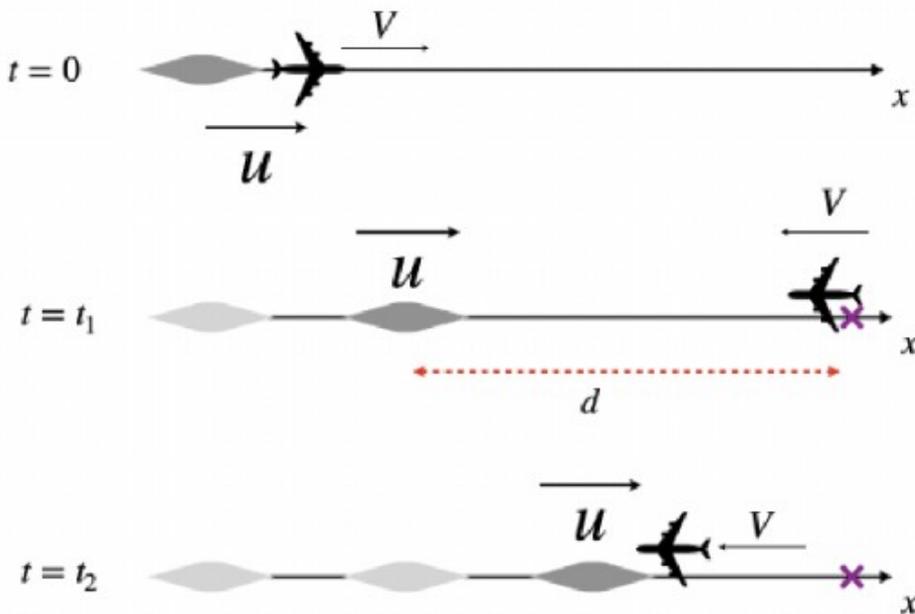
Desde el punto de vista del portaviones, el avión se **acerca** con una rapidez:

$$V'' = -(V + u)$$

Como también tenemos un movimiento con rapidez constante para la vuelta:

$$X'' = X_0'' + V''t \quad \longrightarrow \quad 0 = d + V''t_{\text{vuelta}}$$

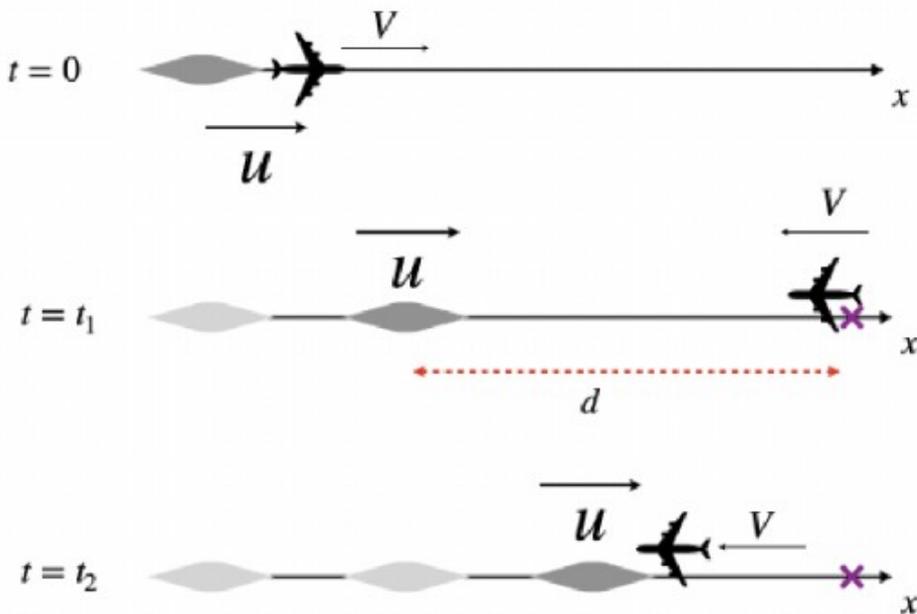
$$\longrightarrow \quad t_{\text{vuelta}} = \frac{d}{V + u}$$



Ejemplo 1

- Un portaviones se mueve en una **recta** con una **rapidez u** con **respecto al mar**. Inicialmente, un avión despegua con una **rapidez V** con **respecto al mar** en la **misma dirección del portaviones**.
 - Si luego de alcanzar esa distancia el avión **regresa** con la misma **rapidez V** , encuentre el **tiempo t_2 total** que le toma al avión **volver al portaviones**.

El tiempo total:



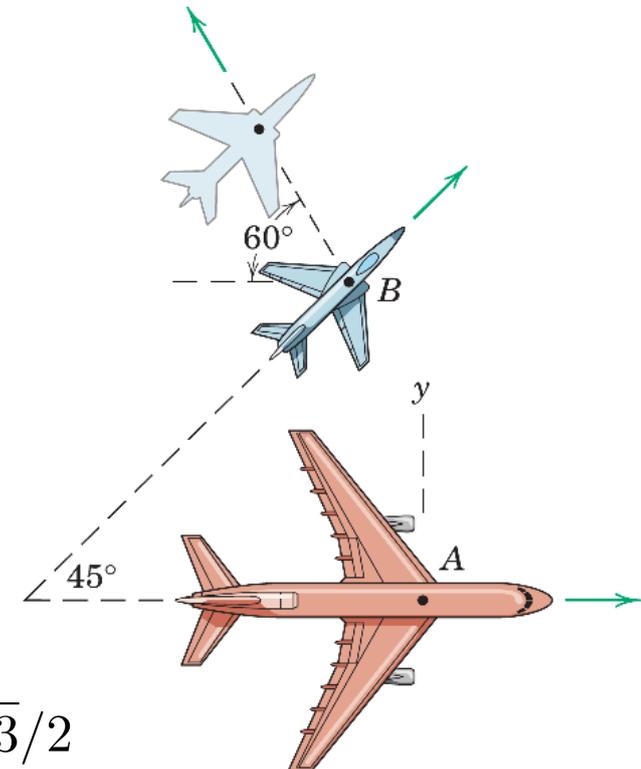
$$t_2 = t_1 + t_{\text{vuelta}}$$

$$= \frac{d}{V - u} + \frac{d}{V + u}$$

$$\longrightarrow \boxed{t_2 = \frac{2Vd}{V^2 - u^2}}$$

Ejemplo 2

- Un avión *A* viaja hacia el **este** con una **rapidez** $v_A = 800$ km/h con respecto a un **sistema de referencia fijo**. Otro avión *B* viaja con una **rapidez desconocida** con un ángulo de **45° respecto al eje fijo**. Si, **desde el avión *A***, el avión *B* parece alejarse con un **ángulo de 60°**, encuentre la **rapidez del avión *B*** con respecto al punto de referencia fijo.



$$\cos(45^\circ) = \sin(45^\circ) = 1/\sqrt{2} \quad \cos(60^\circ) = 1/2, \quad \sin(60^\circ) = \sqrt{3}/2$$

Ejemplo 2

- Un avión A viaja hacia el **este** con una **rapidez** $v_A = 800$ km/h con respecto a un **sistema de referencia fijo**. Otro avión B viaja con una **rapidez desconocida** con un ángulo de **45° respecto al eje fijo**. Si, **desde el avión A**, el avión B parece alejarse con un **ángulo de 60°**, encuentre la **rapidez del avión B** con respecto al punto de referencia fijo.

Con respecto al sistema fijo: $\vec{v}_A = v_A \hat{i}$

$$\vec{v}_B = v_B \cos(45^\circ) \hat{i} + v_B \sin(45^\circ) \hat{j} = \frac{v_B}{\sqrt{2}} \hat{i} + \frac{v_B}{\sqrt{2}} \hat{j}$$

Con respecto al avión A:

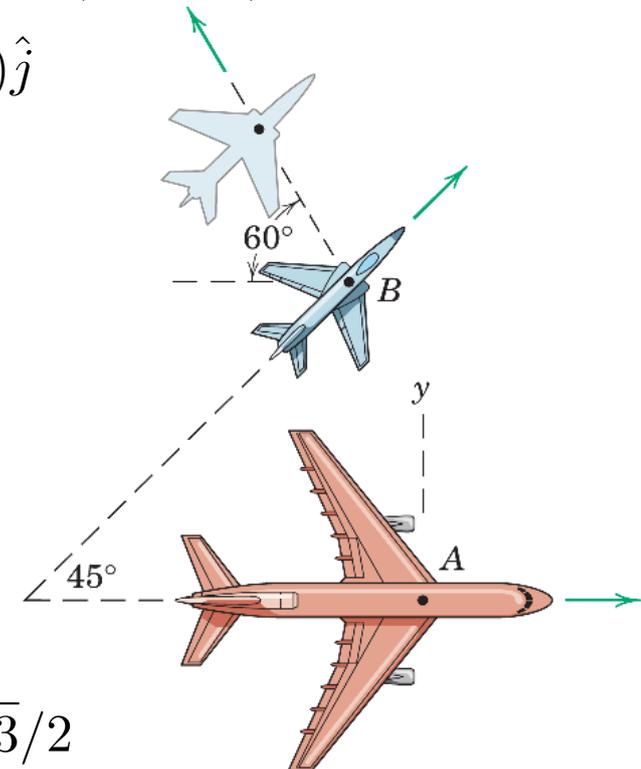
$$\begin{aligned} \vec{v}'_B &= -v'_B \cos(60^\circ) \hat{i} + v'_B \sin(60^\circ) \hat{j} \\ &= -\frac{v'_B}{2} \hat{i} + \frac{\sqrt{3}}{2} v'_B \hat{j} \end{aligned}$$

Movimiento relativo:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}'_B$$

$$\longrightarrow v'_B = \frac{2}{\sqrt{6}} v_B$$

$$\longrightarrow v_B = \frac{v_A}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{6}}} \approx 717 \text{ km/hr}$$



$$\cos(45^\circ) = \sin(45^\circ) = 1/\sqrt{2} \quad \cos(60^\circ) = 1/2, \quad \sin(60^\circ) = \sqrt{3}/2$$

Resumen

- Introducimos problemas de **movimiento relativo**.
- Terminamos con la unidad de Cinemática