

## 2.7 Ejercicio 108 – AVION haciendo Loop

### Enunciado:

Un avión describe un lazo (loop) vertical de 250 m de radio. La cabeza del piloto apunta siempre al centro de la trayectoria circular. La rapidez del avión no es constante; es mínima en el **cenit** (punto más alto) del lazo y máxima en el **nadir** (punto más bajo).

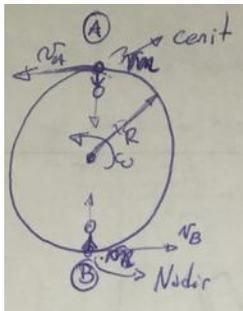
a) En el **cenit**, el piloto experimenta **ingravidez**, o sea, por un instante se separa del asiento. ¿Qué rapidez tiene el avión en este punto?

b) En el **nadir**, la rapidez del avión es de 250 km/h. ¿Cuánto vale la fuerza de contacto entre el piloto y el asiento? Su peso real es 800 N.

[ a)  $v = 49,5 \text{ m/s}$  ; b)  $P_a = 2343 \text{ N}$  ]

### Solución:

Primero debemos plantear un sistema de coordenadas/referencia (SC o SR) y un croquis para poder modelizar que es lo que está sucediendo.



De lo detallado en el enunciado podemos concluir que:

$$v_A < v_B$$

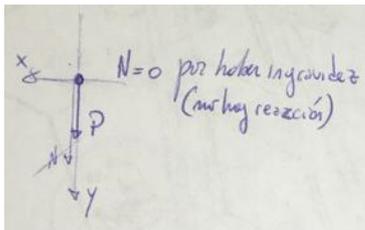
$$v_A = v_{\min}$$

$$v_B = v_{\max} = 250 \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = 69,44 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$R = 250[\text{m}]$$

- a) Para obtener la velocidad en el punto A, debemos plantear las ecuaciones de dinámica para un DCL que corresponda a esas condiciones que son distintas al punto B y las ecuaciones de cinemática circular que nos permiten relacionar la velocidad angular con la velocidad lineal.

Planteando el diagrama de cuerpo libre y desarrollando las ecuaciones de la 2ª ley de NEWTON:



**En X**

$$\sum F_x = 0$$

A)

**En Y (al estar girando hay fuerza centrípeta):**

$$\sum F_y = 0 \rightarrow P + N = m \cdot a_c \rightarrow P + 0 = m \cdot a_c$$

B)

$$P = m \cdot g = m \cdot a_c \rightarrow a_c = \omega_A^2 \cdot R = \frac{v_A^2}{R} = g \rightarrow v_A = \sqrt{g \cdot R} = \sqrt{9,8 \cdot 250} = 49,5 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

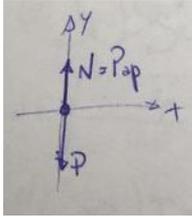
- b) En el punto B lo que está sucediendo es que el piloto siente que algo lo pega contra el asiento, al suceder eso, el asiento debe hacer una fuerza de reacción que evite que el piloto traspase el asiento, esa fuerza en definitiva es la que deberá importar al momento de diseñar el asiento en su resistencia.

Planteando el diagrama de cuerpo libre y desarrollando las ecuaciones de la 2ª ley de NEWTON:

En X

$$\sum F_x = 0$$

A)



En Y (al estar girando hay fuerza centrípeta):

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N - P = m \cdot a_c \rightarrow N = m \cdot g + m \cdot a_c = m \cdot (g + a_c) \quad \text{B)}$$

$$N = \frac{P}{g} \cdot (g + a_c) = P + \frac{P}{g} \cdot a_c = P + \frac{P}{g} \cdot \frac{v_B^2}{R} = P \cdot \left(1 + \frac{1}{g} \cdot \frac{v_B^2}{R}\right) \quad \wedge \quad P = m \cdot g = 800[N] \rightarrow$$

$$N = P \cdot \left(1 + \frac{1}{g} \cdot \frac{v_B^2}{R}\right) \rightarrow N = 800 \cdot \left(1 + \frac{1}{9,8} \cdot \frac{69,44^2}{250}\right) = 800 \cdot (1 + 1,96) = 2374,5[N]$$

Podemos observar que la aceleración centrípeta genera una fuerza de casi 2 veces la del peso, haciendo que el asiento deba soportar una fuerza equivalente a aproximadamente 3 veces el Peso del piloto.