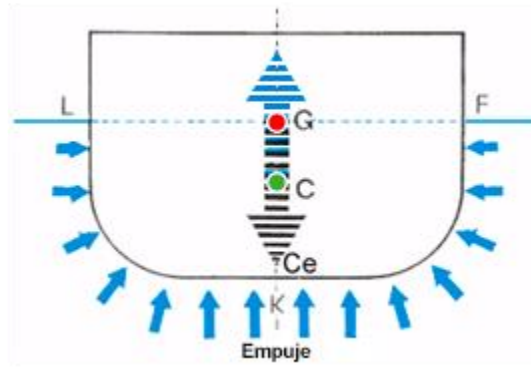


“DEL HUNDIMIENTO DEL SUMERGIBLE TITAN”

Consideremos al “Titan” moviéndose verticalmente en el seno de un fluido cuya viscosidad consideraremos prácticamente despreciable por lo que no actúa ninguna fuerza de rozamiento (partimos de esa suposición).



Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en el seno del fluido son dos:

- El peso, aplicado en el Centro de Gravedad (G), y
- El empuje, aplicado en el Centro de Carena (C)

El empuje se calcula aplicando el “**Principio de Arquímedes**”:

$$ma = \text{empuje} - \text{peso} \rightarrow \rho_f Va = \rho_f Vg - \rho_s Vg$$

Y para el cálculo de la aceleración tomaremos la “**Segunda Ley de Newton**” que dice:

“**La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza que actúa sobre él e inversamente proporcional a la masa**”: **$F = m \times a$**

F= Fuerza Neta expresada en Nw (Newtons)

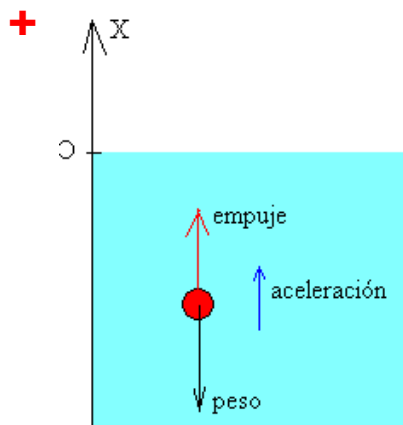
m= masa del cuerpo expresada en Kg

a= aceleración que adquiere el cuerpo; se expresa en m/s²

entonces y despejando: **$a = F / m$** $\rightarrow a = \frac{\rho_f - \rho_s}{\rho_s} g$

Entonces, para calcular las ecuaciones, debemos referenciar al "Titán" sobre unos ejes de coordenadas que nos sirvan de ayuda:

1. Tomamos al eje X como eje de referencia por su orientación vertical y se toma por convenio con valor Positivo si la dirección vertical es hacia arriba.
2. Entonces, pueden darse dos casos:
 - Cuando el sumergible asciende, entonces $v > 0$ (valor positivo)
 - Cuando el sumergible desciende, entonces $v < 0$ (valor negativo)



Entonces, se pueden dar tres casos bien diferenciados:

1. Que $\rho_s < \rho_f$. Entonces $a > 0$ y con $v < 0$ el cuerpo desciende hasta cierta profundidad máxima.
2. Que $\rho_s > \rho_f$. Entonces $a < 0$ y con $v < 0$ el cuerpo desciende en el seno del fluido
3. Que $\rho_s = \rho_f$. Entonces el cuerpo con $a = 0$ se mueve con movimiento uniforme en el seno del fluido, según cota de profundidad.

Pues bien, tomando las Ecuaciones del Movimiento del "Titan" a lo largo del eje X y tomando como origen la superficie del mar (cota 0 m)

Movimiento en el seno del fluido

$$v = v_0 + at$$
$$x = v_0 t + at^2/2$$

Cálculo de la caída del Titan desde una cota a otra más profunda:

1. Para sus dimensiones y peso, tomaremos una densidad de:

Longitud= 6,7 m

Manga= 2,5 m

Altura= 2,8 m

Volumen= 6,7 x 2,5 x 2,8 = **46,9 m³**

Peso= **9525 kg**

Densidad= Masa/volumen= 9.525/46,9= **200 kg/m³**

$\rho_s = 200 \text{ kg/m}^3$

2. Estando en superficie su volumen sumergido era de:

Volumen geométrico – 5% = **44,5 m³**

Lo que corresponde a un empuje de: **9057 kg**

3. Entonces podemos suponer tres situaciones:

3.1. En superficie a cota 0 m

3.2. Sumergido a cota 1700 m

3.3. Sumergido a cota 2700 m

- 3.1. En superficie a cota **0 m**, comenzando la inmersión:

$$a = F/m = (9057 - 8600) / 9525 \times 9,8 = 0,47 \text{ m/s}^2$$

- 3.2. Sumergido a cota **1700 m**: **no hay propulsión: comienza la caída libre**

$$a = F/m = (9057 - 8600) / 9525 \times 9,8 = 0,47 \text{ m/s}^2$$

- 3.3. Sumergido a cota **2700 m**: **disminución del volumen del casco en un 30% = 32,83 m³ = Peso= 6666 kg**

$$a = F/m = (11774 - 6666) / 9525 \times 9,8 = 11,42 \text{ m/s}^2$$

4. Velocidad de caída: suponiendo la caída de un cuerpo libre en aire:

La altura H está considerada a 4 niveles según se considera la cota inicial de unos 1700 m y la final de unos 2500 m

Cte.	a	H	V2	V m/s
2	9,8	1000	19600	140,0
2	9,8	900	17640	132,8
2	9,8	800	15680	125,2
2	9,8	700	13720	117,1

5. Tiempo de caída según la diferencia de cota para una velocidad inicial a 1700 m de 1,4 nudos (0,72 m/s):

v	Vo	a	V-VO	t (s)	min
140,0	0,72	0,52	139,3	267,8	4,46410256
132,8	0,72	0,52	132,1	254,0	1,92307692
125,2	0,72	0,52	124,5	239,4	1,92307692
117,1	0,72	0,52	116,4	223,9	1,92307692

6. Estos datos son para la caída libre de un cuerpo en el aire; por lo tanto y considerando un factor del 25% de fricción debido al rozamiento del agua, el tiempo de caída pudo ser de :

min	
4,46410256	1,11602564
1,92307692	0,48076923
1,92307692	0,48076923
1,92307692	0,48076923