

# 3. Física del Buceo

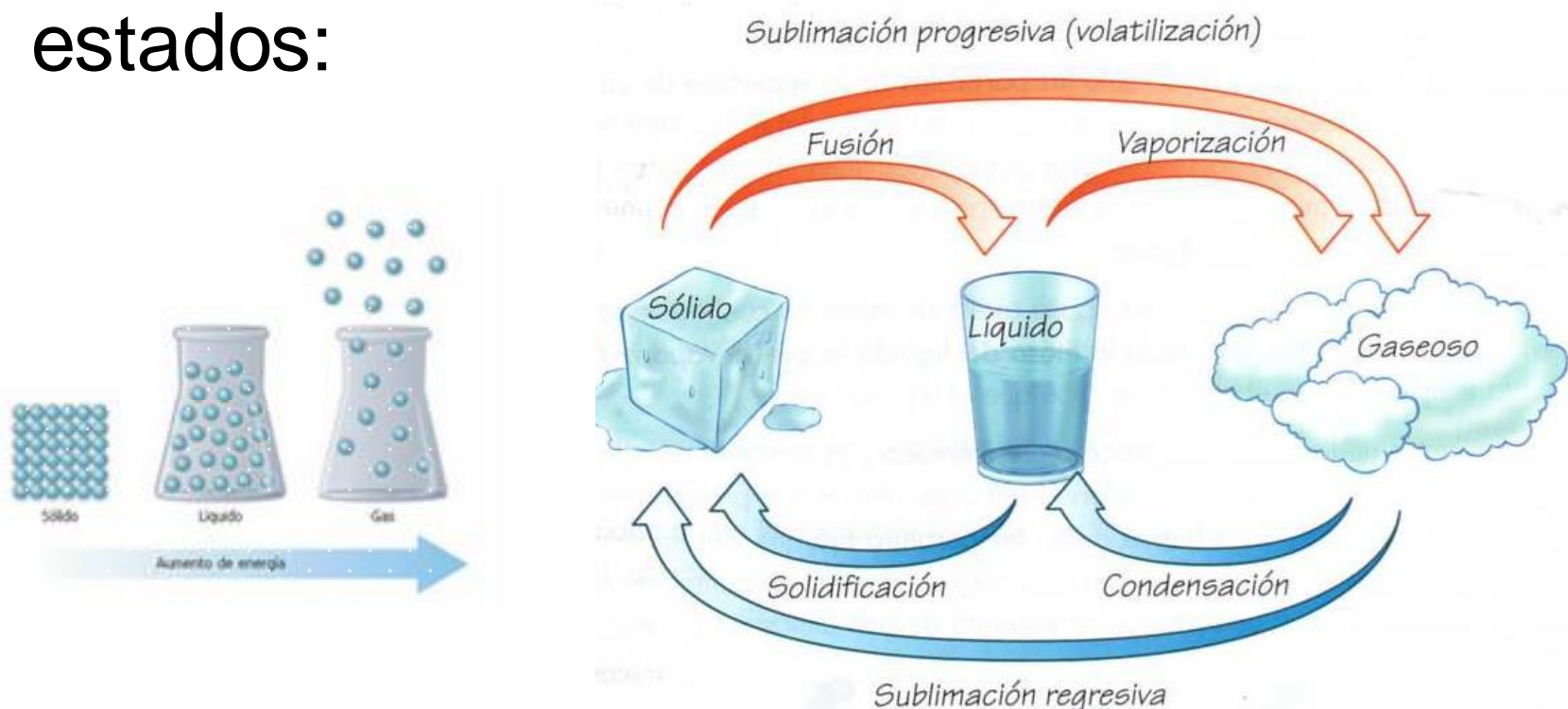
Séptima Compañía de Bomberos  
"Acción y Disciplina"  
Tome – Dichato  
Fundada el 24 de Octubre de 1975  
**GERSA**



# **1. Conceptos básicos y unidades de medida**

# 1.1 Materia y sus estados

- Es todo aquello que ocupa un sitio en el espacio, se puede tocar, sentir, medir, etc.
- La materia se puede encontrar en tres estados:



## 1.2 Masa

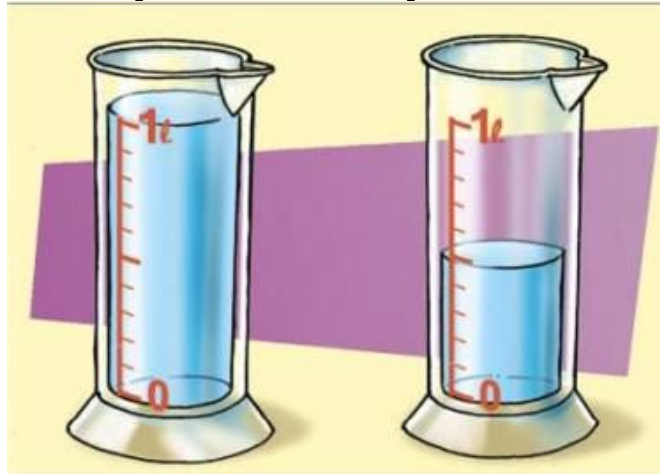
- Es la cantidad de materia que posee un cuerpo.
- Se mide en Kilogramos (kg).



**1 Kg = 1000 gramos  $\approx$  2,205 libras**

# 1.3 Volumen

- Es el espacio que ocupa un cuerpo.



1 Litro = 1000 centímetro cúbico

1 pie cúbico = 28.317 litros

1 metro cúbico = 1000 litros

# 1.4 Densidad

- Es la masa contenida en un determinado volumen.

$$d = \frac{m}{V} = \left[ \frac{\text{kg}}{\text{L}} \right]$$

- En términos sencillos, un objeto pequeño y pesado, como una piedra o un trozo de plomo, es más denso que un objeto grande y liviano, como un corcho o un poco de espuma.



Agua dulce → 1 kg/L

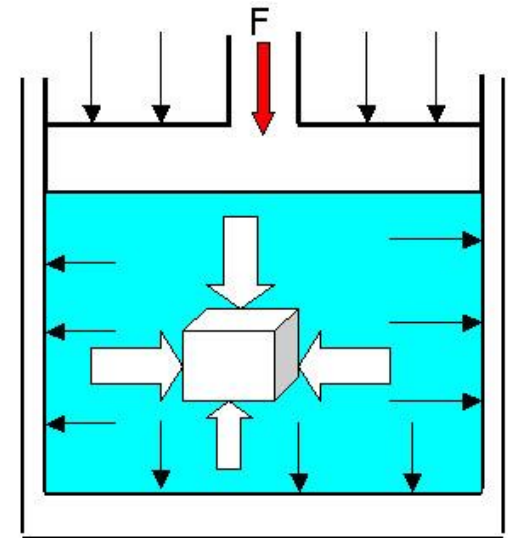
Agua de mar → 1,028 kg/L

# 1.5 Presión

- Magnitud física que mide la **fuerza** aplicada en una **área** determinada<sup>2</sup>.

$$P = \frac{F}{a}$$

- La presión se puede medir en:

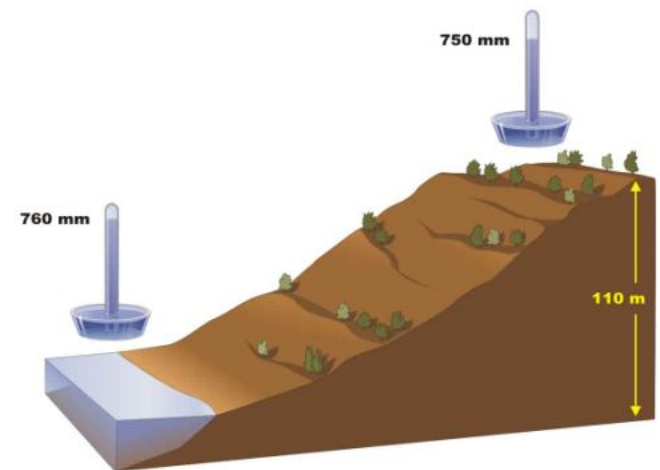


1 atm  $\approx$  1 bar  $\approx$  1 kg/cm<sup>2</sup>  $\approx$  14,7 libras/pulgada<sup>2</sup> (psi)

# 1.5.1 Presión atmosférica



- Es la presión ejercida por la fuerza peso del aire sobre los cuerpos dentro de la atmósfera.
- A nivel del mar la columna de aire tiene 10.000 metros de altura y ejerce una presión de  $1 \text{ kg/cm}^2$  o 1 atmósfera (atm).

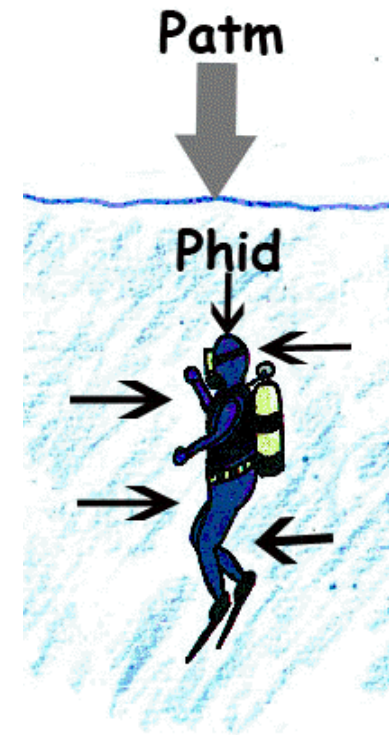




## 1.5.2 Presión hidrostática o relativa

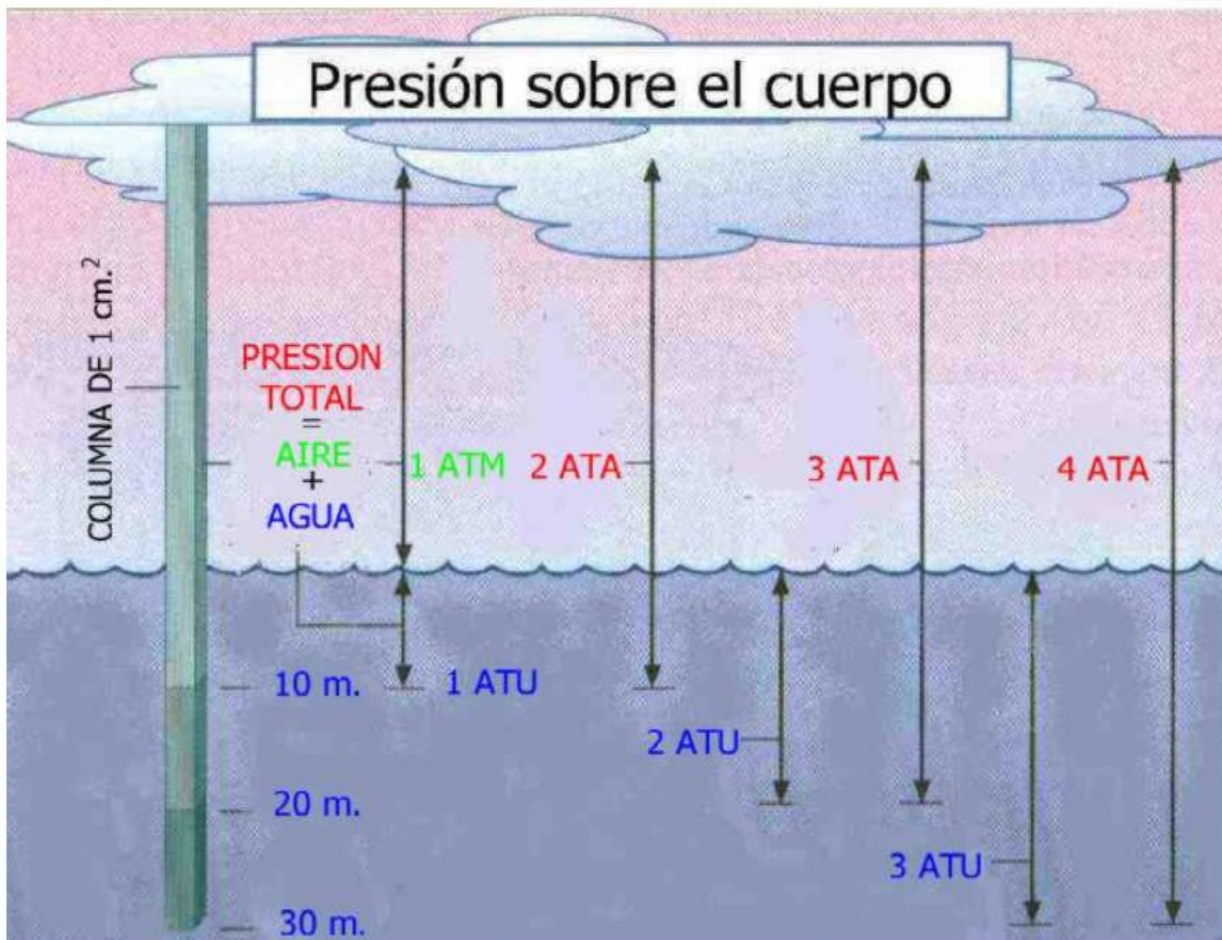
- Es la presión ejercida por el peso de la columna de agua.
- Una columna de agua de 10 metros ejerce una presión de 1 kg/cm<sup>2</sup> o 1 atm.
- Para calcular la Presión Hidrostática utilizaremos la formula:

$$P. \text{ rel.} = \frac{\text{Prof. (m)}}{10}$$



# 1.5.3 Presión absoluta

- Es la suma de la Presión Atmosférica y la Presión Hidrostática.
- Se mide en ATA, o Atmósferas Técnicas Absolutas

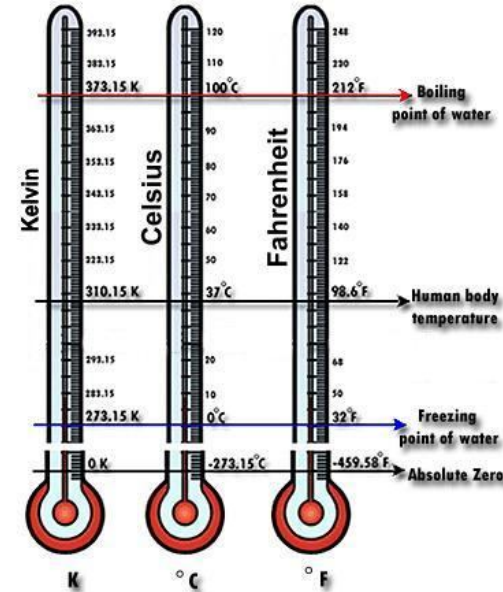


$$P. \text{ abs.} = \frac{\text{Prof (m)} + 10}{10}$$

$$P. \text{ abs.} = \frac{\text{Prof. (m)}}{10} + 1$$

# 1.6 Temperatura

- La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío. Por lo general, un objeto más "*caliente*" tendrá una temperatura mayor. Físicamente es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un cuerpo.
- La temperatura se mide en escalas, como la Celsius o Centígrado, Fahrenheit, Kelvin, etc.



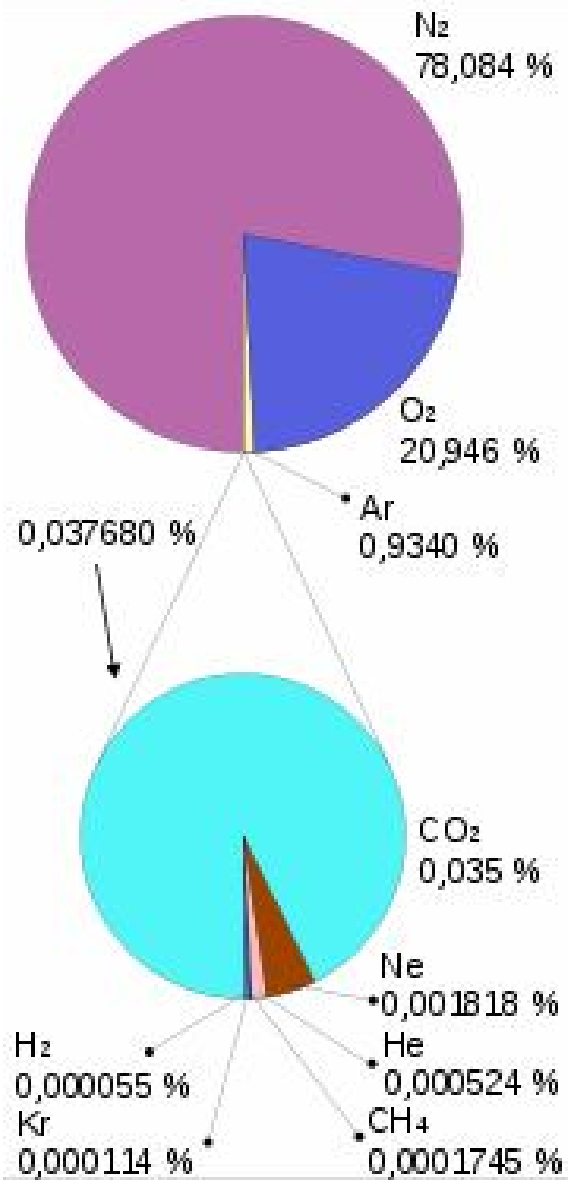
$$^{\circ}\text{F} = \left( \frac{9}{5} \times ^{\circ}\text{C} \right) + 32$$

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

# 1.7 Aire

- Se denomina **aire** a la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor de la Tierra por la acción de la fuerza de gravedad. El aire es esencial para la vida en el planeta, es particularmente delicado y está compuesto en proporciones ligeramente variables por sustancias tales como el **nitrógeno** (78%), **oxígeno** (21%), **vapor de agua** (variable entre 0-7%), **ozono**, **dióxido de carbono**, **hidrógeno** y algunos gases nobles como el **criptón** o el **argón**, es decir, 1% de otras sustancias.





Componente		Concentración aproximada
Nitrógeno	(N)	78.03% en volumen
Oxígeno	(O)	20.99% en volumen
Dióxido de Carbono	(CO <sub>2</sub> )	0.03% en volumen
Argón	(Ar)	0.94% en volumen
Neón	(Ne)	0.00123% en volumen
Helio	(He)	0.0004% en volumen
Criptón	(Kr)	0.00005% en volumen
Xenón	(Xe)	0.000006% en volumen
Hidrógeno	(H)	0.01% en volumen
Metano	(CH <sub>4</sub> )	0.0002% en volumen
Óxido nitroso	(N <sub>2</sub> O)	0.00005% en volumen
Vapor de Agua	(H <sub>2</sub> O)	Variable
Ozono	(O <sub>3</sub> )	Variable
Partículas		Variable

## **2. Leyes de los Gases**

## 2.1 Ley de Boyle-Mariotte

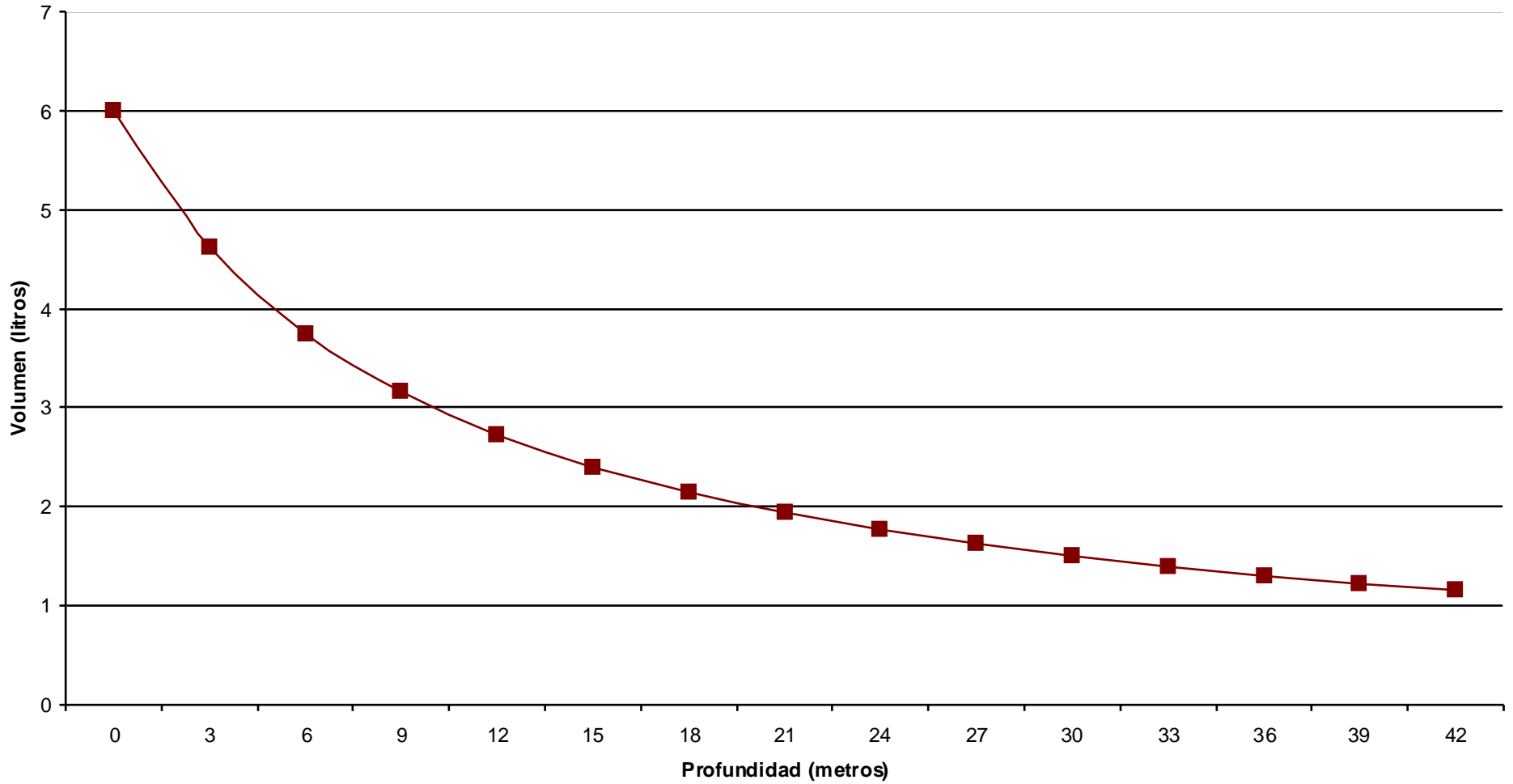
"A temperatura constante, el volumen de un gas varía inversamente proporcional en relación a la presión absoluta"

$$P \cdot V = k$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$



### Volumen Vs Profundidad



Los principales cambios de volumen ocurren entre los 0 y 10 metros de profundidad.



## 2.2 Ley de Charles

“A una presión constante, el volumen de un gas es directamente proporcional al cambio de temperatura absoluta”

$$\frac{V}{T} = k$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

## 2.3 Ley de Gay-Lussac

“A volumen constante, la presión del gas es directamente proporcional a su temperatura”

$$\frac{P}{T} = k$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



## 2.4 Ley de Dalton

- **“La presión total ejercida por una mezcla de gases, es la suma de las presiones que serían ejercidas por cada una de ellos, si estuvieran presentes en forma aislada, y ocuparan el volumen total.”**

$$P_t = P_{p_1} + P_{p_2} + P_{p_3} \dots$$

Componente	Concentración	Presión Parcial
Nitrógeno	78%	0,78 ata
Oxígeno	21%	0,21 ata
Otros	1%	0,01 ata

Presión total 1 ata

## 2.5 Ley de Henry

- "La cantidad de un gas que se disuelve en un líquido, a una temperatura constante, es casi directamente proporcional a la presión parcial de ese gas"



### Importante!!!

Este fenómeno es considerado de los más importantes en el buceo ya que es el responsable de la embolia gaseosa o enfermedad por descompresión!!!

## 2.5 Ley de Henry

- Un ejemplo práctico de este fenómeno es el de las bebidas gaseosas, que con el fin de preservarlas, se someten a presión con gas carbónico durante un tiempo, para que las moléculas de gas carbónico se disuelvan en la bebida, luego se tapan herméticamente a presión de tal forma que el gas carbónico permanezca disuelto. Si una de estas gaseosas se destapa bruscamente, o sea que se libera la presión, el gas carbónico sale en forma de burbujas y se produce efervescencia, pero si se destapa gradualmente, de tal forma que poco a poco se igualen las presiones externas e internas, el gas carbónico saldrá de la bebida sin presentarse burbujas.
- Con el Nitrógeno ( $N_2$ ) se presenta el fenómeno similar al de las gaseosas por lo que tenemos que manejarlo de tal forma que no se presenten burbujas en el cuerpo, para lograr esto basta respetar algunas reglas y las tablas de descompresión.



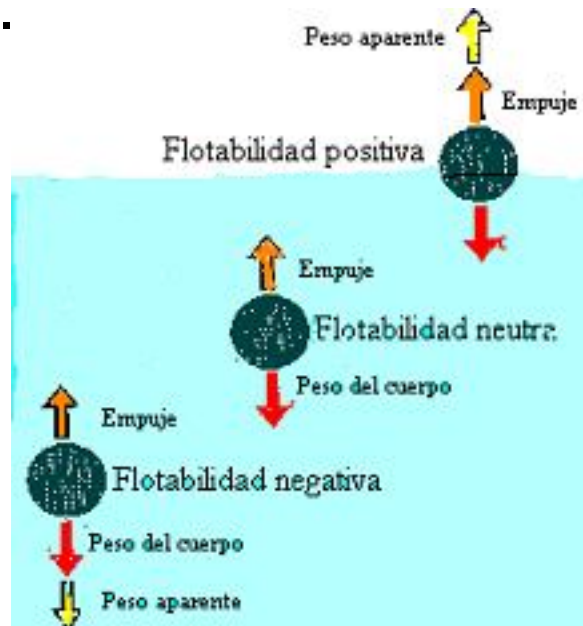
# Cuadro resumen

	Boyle	Charles	Gay-Lussac	Dalton	Henry
Presión	X		X	X	X
Volumen	X	X			
Temperatura		X	X		
Presiones parciales				X	
Disolución de los gases					X

# **3. Principio de Arquímedes**

# Flotación → Principio de Arquímedes

- "Todo cuerpo total o parcialmente sumergido recibe un empuje vertical de abajo hacia arriba igual al peso del líquido que desaloja".





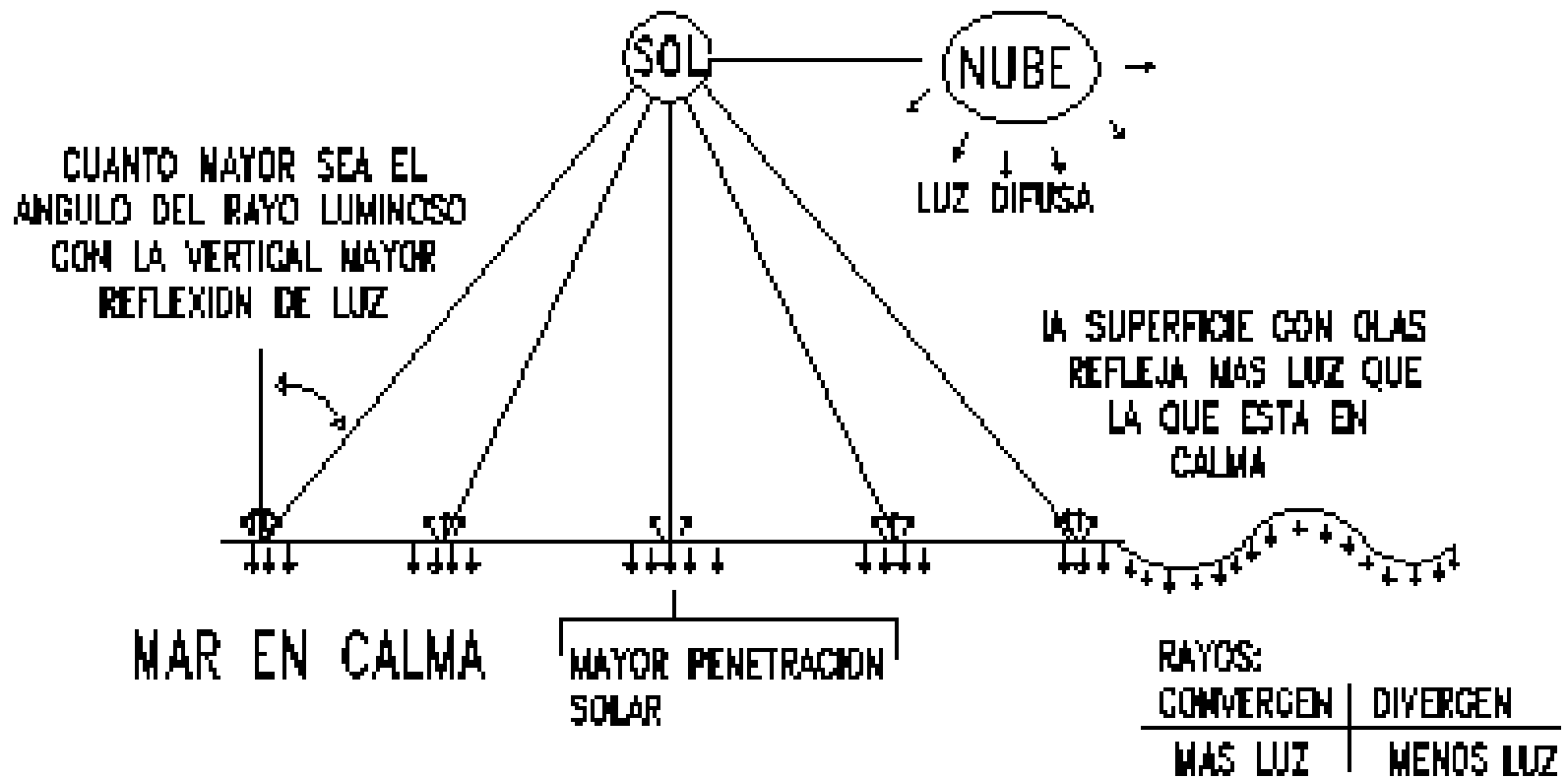
# ¡IMPORTANTE!

- Es de vital importancia que entiendan que los accidentes y enfermedades del buceo se rigen por estas leyes físicas, que son inflexibles e inexorables...
- Entonces por más experiencia, estado físico o “viveza” crean tener; Boyle-Mariotte, Dalton, Henry, Charles-Gay Loussac y por qué no el viejo Arquímedes, te recordarán, (ojalá que no fatalmente), que estas leyes, al contrario que las de la justicia chilena, son iguales para todos.

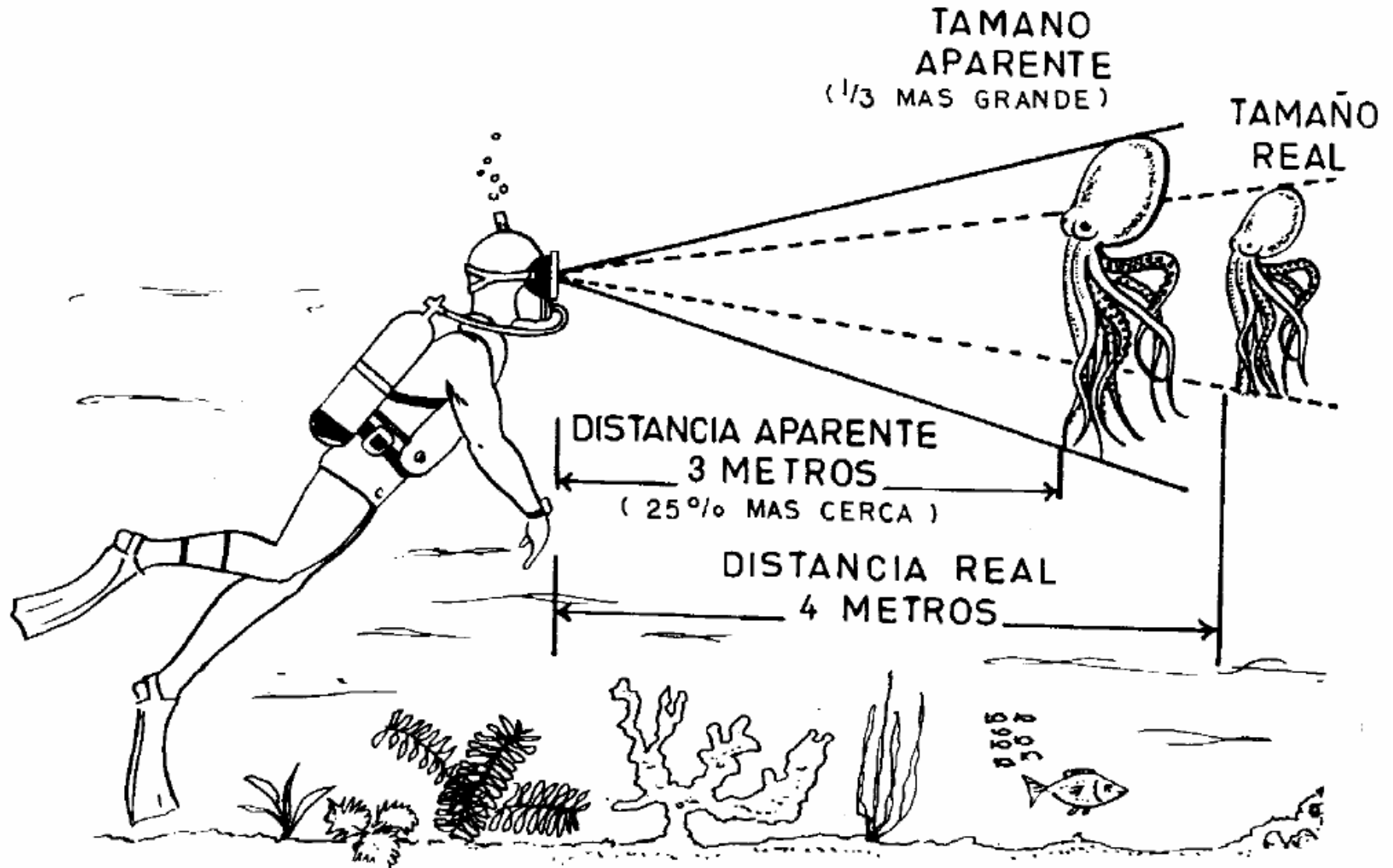
**Por lo general el buzo se equivoca solo una vez...**

# 4. Óptica

# 4.1 Reflexión



# 4.2 Refracción



## 4.3 Absorción y Difusión



**FIN**