Por lo tanto, tenemos que el peso del fluido sería:

$$w = \rho g v \qquad (3)$$

Por medio de esta ecuación podemos calcular la presión, ya que $P = F/A$ (ecuación 1) y el peso w es una fuerza aplicada sobre la superficie del cuerpo. Esto quedaría:

$$P = \frac{w}{A}$$

$$= \frac{\rho g v}{A}$$

y $v = A \times h$, donde A es el área de la base (1 cm x 1 cm) y h es la altura del fluido. Por lo tanto,

$$P = \rho g h \qquad (4)$$

Con esta ecuación podemos calcular la presión provocada sólo por la columna del fluido (figuras 2,3 y 4) desde la superficie. Si tomamos dos puntos que estén a distinta profundidad, como los puntos A y B de la fig. 4, tendríamos una p_A en el punto A y una p_B en el punto B.

En la figura podemos ver que la $p_A > p_B$ y queremos calcular el aumento que experimenta la presión, cuando baja el cuerpo del punt A al B. Estos dos puntos estarán ejerciendo 2 fuerzas, F_A y F_B y el prisma formado entre A y B tiene un peso w. El peso w y la F_A van dirigidas hacia abajo y la fuerza F_B va dirigida hacia arriba; como éstas están en equilibrio, tenemos:

$$F_B = F_A + w \qquad (5)$$

$F_A = p_A \times A;$ $\qquad F_B = p_B\, A \qquad$ y $\qquad w = \rho g h A$

sustituyendo, $\quad p_B A = p_A A + \rho g h A$

$$\boxed{p_B = p_A + \rho g h} \qquad (6)$$

A esta ecuación se le llama *ecuación fundamental* de la hidrostática. Si el punto A está en la superficie del fluido, esta expresión quedaría:

$$\boxed{p_B = \rho g h} \qquad (7)$$

Y considerando que fuera de un recipiente que contiene un fluido, está afectado por la presión atmosférica (fig. 8). La presión en cualquier punto situado a una profundidad h, la ecuación fundamental de la hidrostática, nos quedaría:

$$\boxed{p_B = p_a + \rho g h} \qquad (8)$$

donde p_a es la presión atmosférica, ρ es la densidad, g el valor de la gravedad y h la profundidad en el fluido.

A la presión calculada con la ecuación 8 se le llama presión *absoluta* y la calculada con la ecuación 7 se le denomina presión manométrica. Es decir, la presión manométrica es sólo la presión del fluido y la presión absoluta es la presión total, la suma de la presión atmosférica y la presión manométrica.

$$p_m = \rho g h$$

$$p_{ab} = p_a + p_m$$

$$= p_a + \rho g h$$

5-5 UNIDADES DE PRESIÓN.

Las unidades en que normalmente se mide la presión son unidades de fuerza entre unidades de área: newtons/cm^2 (N/cm^2), kilogramos/cm^2 (Kg/cm^2), kilogramos/metro^2 (Kg/m^2), dinas/cm^2, dinas/mm^2, etc.

Otras unidades de presión muy frecuentes son: el *milímetro de mercurio*, el torricelli (*torr*) y la atmósfera (*Atm*). Un torr es la presión que ejerce una columna de mercurio de 1 mm de altura sobre una base cualquiera. Esta unidad es utilizada en experimentos de mucha precisión.

La atmósfera es para medir presiones más elevadas, como por ejemplo en calderas, compresoras, etc.

1 atm = 760 mm de mercurio
= 76 cm de mercurio
= 1.033 Kg/cm^2
= 10.13 N/cm^2
= 1.013×10^6 dinas/cm^2

Existen además, unas unidades empleadas en los servicios metereológicos, los *bars* y *milibars*.

1 bar = 10^6 dinas/cm^2
= 10^5 N/m^2

1 milibar = 10^3 dinas/cm^2
= 10^2 N/m^2

1 atm = 1.013 bars
= 1,013 milibars
= 1.013×10^3 milibars

Ejemplo 1.

Se aplica una fuerza normal (perpendicular a la superficie) de 50 Kg sobre una mesa de 1 m^2 de superficie. ¿Cuál será la presión sobre la mesa, si la fuerza está distribuida en toda el área?

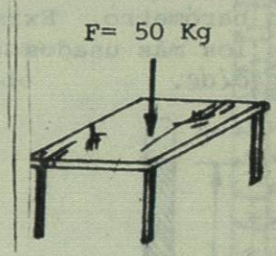

Fig. 5.

Datos: F= 50 Kg, A= 1 m^2

Solución:

Por la ecuación 1, tenemos:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{50\ Kg}{1\ m^2} = 50\ Kg/m^2$$

Ejemplo 2.

¿Cuál será la fuerza que recibe un cuerpo que está sometido a una presión de 90 N/m^2 y tiene un área de 1.25 m^2?

Datos: P= 90 N/m^2, A= 1.25 m^2

Solución:

Por la ecuación 1, tenemos:

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

$$F = PA = 90\ N/m^2 \times 1.25\ m^2 = 112.\ 5\ N$$

5-6 INSTRUMENTOS CON QUE SE MIDE LA PRESIÓN.

La presión atmosférica se mide por medio de un instrumento llamado barómetro. Existen varios tipos de barómetros pero son dos los más usados: el *barómetro de mercurio* y el *barómetro anaeroide*.

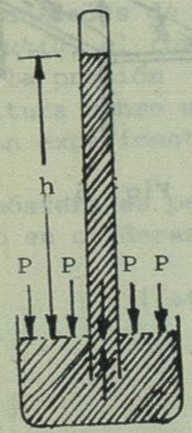

Fig. 6.

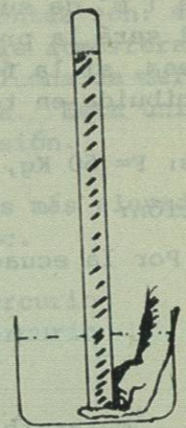

Fig. 7.

El barómetro de mercurio fue inventado por el físico italiano Torriceli hace unos 300 años. Este instrumento es de fácil construcción, ya que sólo consta de un tubo de 80 cm (aproximadamente) de largo y una cubeta para llenarla de mercurio (fig. 6). Se llena completamente el tubo y se tapa el extremo (fig. 7). Se invierte e introduce en la cubeta con mercurio, se destapa el nivel del mercurio de la cubeta.

Este experimento de Torricelli demuestra que una columna de aire de 1 cm^2 de sección transversal y que llega hasta la parte más elevada de la atmósfera, es igual al peso de una columna de mercurio de la misma sección transversal y de 76 cm de altura.

El barómetro anaeroide es otro aparato pequeño que sirve para medir la presión atmosférica.

Como la presión atmosférica disminuye conforme la altura aumenta, este instrumento puede utilizarse como altímetro y es colocado en los aeroplanos.

Este instrumento se ha perfeccionado tanto que puede medir variaciones de altura hasta de 0.3 m (1 pie).

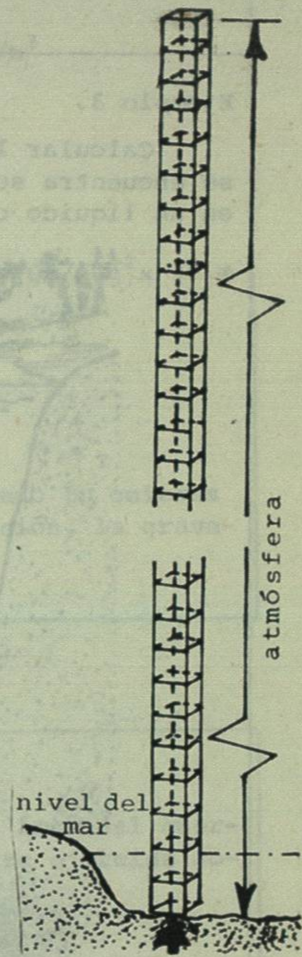

Fig. 8.

Ejemplo 3.

Calcular la presión ejercida en un cuerpo que se encuentra sumergido a una profundidad de 15 m, en un líquido cuya densidad es de $1.03 \times 10^3 Kg/m^3$.

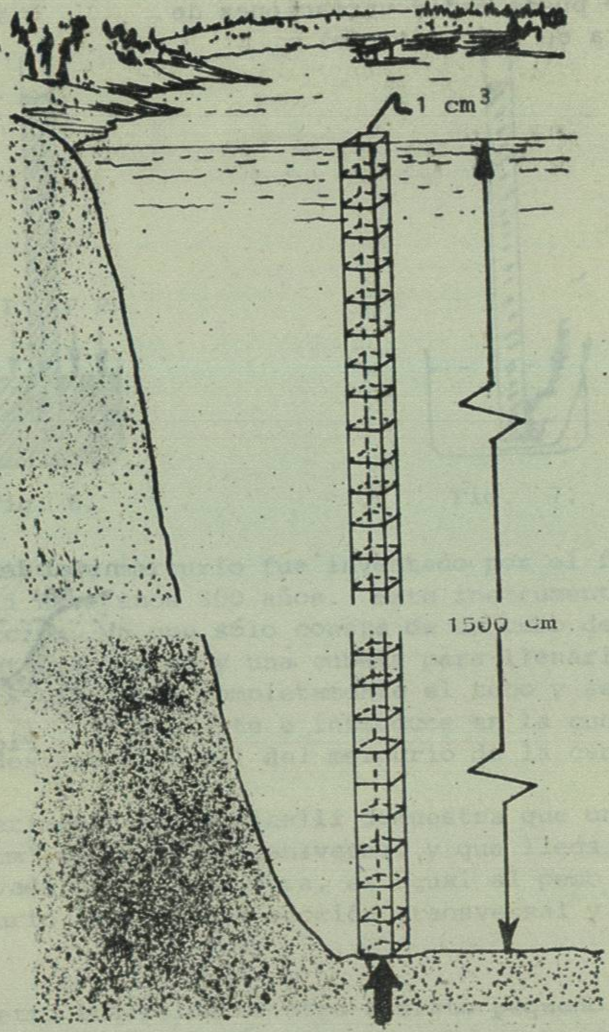

Fig. 9.

Datos: h= 15 m $\quad \rho = 1.03 \times 10^3 Kg/m^3$

Solución:

Por la ecuación 5, tenemos:

$$P = \rho g h$$

$$= 1.03 \times 10^3 Kg/m^3 \times 10 m/seg^2 \times 15\ m$$

$$= 1.545 \times 10^5 Kgm/seg^2/m^2$$

$$= 1.545 \times 10^5 N/m^2$$

$$= 1.545 \times 10^4 Kgf/m^2$$

Puedes notar que si el resultado lo quieres en Kgf/cm^2, sólo quitas de la ecuación, la gravedad.

Ejemplo 4.

Si en el ejemplo anterior, el área del cuerpo es de 2 m^2, ¿cuál sería la fuerza ejercida sobre la superficie de éste?

Datos: $P = 1.545 \times 10^5\ N/m^2$

$$= 1.545 \times 10^4\ Kgf/m^2$$

$$A = 2\ m^2$$

Solución:

Por la ecuación 1, tenemos:

$$F = PA$$

$$= 1.545 \times 10^5 N/m^2 \times 2\ m^2$$

$$= 3.09 \times 10^5 N$$

$$F = 1.545 \times 10^4\ Kgf/m^2 \times 2\ m^2$$

$$= 3.09 \times 10^4 Kgf$$

Ejemplo 5.

Frecuentemente se nada a una profundidad de 3 m. ¿Cuál es la presión del agua a esa profundidad sobre cada cm^2 del cuerpo? ¿Cuál sería la fuerza soportada si el cuerpo tuviera 2000 cm^2 de superficie?

Datos: $h = 300$ cm, $\rho = 1\ g/cm^3$

Solución:

Por la ecuación (6), tenemos:

$$P = \rho h$$

$$= 1\ gf/cm^3 \times 300\ cm$$

$$= 300\ gf/cm^2$$

$$= .3\ Kgf/cm^2$$

Para la segunda pregunta, tenemos:

$$F = PA$$

$$= .3\ Kgf/cm^2 \times 2\times10^4\ cm^2$$

$$= 6 \times 10^3\ Kgf$$

$$= 6000\ Kgf$$

AUTOEVALUACIÓN.

1.- Calcular la presión ejercida por un cuerpo de forma rectangular que pesa 200 Kgf y sus dimensiones en su base son: 15 cm de ancho x 60 cm de largo.
{P= 0.22 Kg/cm^2}

2.- Si la fuerza normal ejercida en un cuerpo de 800 cm^2 es de 150 Kg, calcular la presión ejercida por el cuerpo.
{P= 0.1875 Kg/cm^2}

3.- Un cuerpo de base rectangular está sometido a una presión de 80 g/cm^2. Si las dimensiones del cuerpo son 20 cm de largo x 8 cm de ancho, calcular la fuerza a la cual está sometido dicho cuerpo.
{F= 12.8 Kg}

4.- Calcular la fuerza que se le debe aplicar a un pistón para que la presión sea de 4 Kg/cm^2. El pistón es cilíndrico de 6 cm de diámetro.
{F= 113 Kg}

5.- Calcular el área en la cual está aplicada una fuerza de 200 N y que produce una presión de 18.5 N/cm^2.
{A= 10.8 cm^2}

6.- Una caja de 80 cm de longitud se encuentra descansada sobre el piso. Si el peso de la caja es de 400 Kgf y la presión ejercida es de 0.20 Kg/cm^2, ¿cuál será el ancho de la caja?
{a= 25 cm}

7.- Un buzo se encuentra sumergido en el mar, a una profundidad de 30 m. Calcular la presión relativa que se encuentra soportando. (Tomar como densidad del agua de mar 1.03 g/cm^3 y g= 10 m/seg^2).
{P= 3.09 Kg/cm^2 ó 30.9 N/cm^2}

8.- Si el buzo del problema anterior baja a 50 m de profundidad, a) ¿cuál será ahora la presión relativa que soportará? b) Si la presión máxima que puede soportar el bu-

zo es de 20 Kg/cm^2, ¿cuál será la profundidad a la que puede bajar el buzo sin peligro?
(Nota: tomar la misma denisdad del problema anterior).
{(a) P= 5.15 Kg/cm^2 b) 194.2 m}

9.- Un submarino nuclear, durante una travesía, soporta sobre su casco una presión de 100 Kg/cm^2. ¿Cuál es la profundidad a la cual se sumergió?
Densidad del agua de mar = 1.03 g/cm^2.
{h= 971 m}

10.- En el problema anterior, si el submarino tiene un área de 400 m^2, calcular la fuerza que se aplica sobre el casco del submarino.
{F= 4 x 10^8 Kg}

11.- Un cilindro de hierro de 8 cm de diámetro y 12 cm de altura se encuentra sumergido en una alberca. a) Calcular el volumen del cilindro. b) Calcular su peso. c) Calcular la presión que está soportando si se encuentra a una profundidad de 2.5 m. d) Calcular la fuerza que está actuando sobre sus extremos.
{a) v= 602.9 cm^3 b) w= 4.582 Kg c) 250 g/cm^2
d) F= 12.56 Kg}

12.- Una alberca tiene una longitud de 20 m, 12 m de ancho y una profundidad de 2 m. a) Calcular la presión en el fondo de la alberca si el nivel del agua está a 1.5 m. b) Calcular la fuerza que está soportando el piso de la alberca con el agua a 1.5 m de altura. c) Calcular la presión en el fondo de la alberca si se llena totalmente.
{a) P= 150 g/cm^2 b) F= $3.6x10^5$Kg c) P= 200 g/cm^2}

13.- Calcular la presión en el fondo de una alberca que tiene 3.5 m de profundidad.
{P= 350 g/cm^2 ó 3.5 N/cm^2}

PRINCIPIOS DE PASCAL Y ARQUÍMEDES.

El hecho de que los líquidos presionen hacia abajo, sobre el fondo de la vasija que los contiene, y hacia los lados sobre las paredes de la misma, es conocido hasta por aquellos que nunca han estudiado física. Pero muchos ni sospechan siquiera que los líquidos empujan también hacia arriba.

OBJETIVOS.

1.- Definir los enunciados relativos a cada uno de los términos, conceptos y principios incluidos en este capítulo.

2.- Enunciar el principio de Pascal.

3.- Resolver problemas relacionados con el principio de Pascal, a partir de los datos apropiados.

4.- Explicar el funcionamiento de la prensa hidráulica.

5.- Resolver problemas afines a la prensa hidráulica.

6.- Enunciar el principio de Arquímedes.

7.- Utilizar el principio de Arquímedes en la solución de problemas.