	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> Apuntes: Fluidos	1(8)
	Autor: Manuel Díaz Escalera ( <a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a> ) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

## LA PRESIÓN

Presión es la razón entre la fuerza aplicada sobre una superficie y el valor de ésta:

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

La unidad en el SI para medir la presión es el **Pascal** (1 Pa = 1N/m<sup>2</sup>) En meteorología se usa la unidad de presión llamada **bar** y su múltiplo el milibar (1 bar = 1.10<sup>5</sup> Pa)

El efecto de una fuerza no depende sólo de su intensidad sino también de la superficie sobre la que se ejerce. Si ésta es muy grande, el efecto de la fuerza se reparte por toda ella; si por el contrario, es pequeña, la intensidad de la fuerza se concentrará en ésta y su efecto aumenta. En este caso decimos que la fuerza ejerce mayor presión. Por ejemplo, una persona se hunde menos en la nieve si calza botas provistas de esquís o de raquetas porque la superficie sobre la que reparte su peso es mayor.

**Ejemplo:** un hombre de 75 kg se encuentra de pie sobre la nieve. Si la superficie de apoyo es de 500 cm<sup>2</sup>, ¿cuál es la presión que ejerce sobre la nieve? ¿Cuál sería la presión si estuviera provisto de esquís de 2 metros de largo por 20 cm de ancho?

### Solución:

Primero calculamos el peso del hombre:  $p = m \cdot g = 75 \cdot 9.8 = 735 \text{ N}$

En segundo lugar calculamos la presión para la superficie de apoyo de 500 cm<sup>2</sup>:

$$P = F/S = 735\text{N}/0.05 \text{ m}^2 = 14700 \text{ Pa}$$

Por último calculamos la presión cuando el hombre utiliza los esquís:

$$S = 2.0 \cdot 2 = 0.4 \text{ m}^2 \rightarrow S = 0.8 \text{ m}^2 \text{ (de los dos esquís)}$$

$$P = F/S = 735\text{N}/0.8 \text{ m}^2 = 918.75 \text{ Pa}$$

**Ejemplo:** dos cuerpos están colocados en el suelo. Uno tiene 80 kg y una superficie de apoyo de 400 cm<sup>2</sup> y el otro tiene 250 kg y una superficie de apoyo de 1000 cm<sup>2</sup>. ¿Cuál de ellos ejerce mayor presión sobre el suelo?

### Solución:

$$P_1 = F_1/S_1 = 80 \cdot 9.8 / 0.04 = 19600 \text{ Pa}$$

$$P_2 = F_2/S_2 = 250 \cdot 9.8 / 0.1 = 24500 \text{ Pa} \rightarrow \text{el cuerpo 2 ejercerá mayor presión}$$

**Ejercicio 1:** Un cubo de metal de 12 cm de arista tiene una densidad de 8000 Kg/m<sup>3</sup>. Calcula: a) El volumen del cubo en m<sup>3</sup>; b) El peso del cubo; c) La presión que ejerce sobre una de sus caras.

**Ejercicio 2:** Un hombre de 60 kg está de pie sobre una superficie cuadrada de 95 cm de lado. Calcula la presión ejercida por el hombre sobre la superficie.



## PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Propiedades de los **líquidos**:

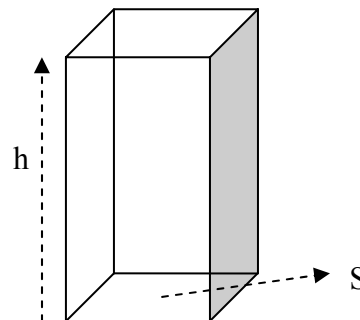
- No tienen forma propia.
- Tienen volumen propio
- No se pueden comprimir
- Las partículas se mueven libremente en el interior del líquido sometidas a unas fuerzas que las mantienen unidas.

Propiedades de los **gases**:

- No tiene forma propia ni volumen (adoptan el volumen y la forma del recipiente que los contiene)
- Se pueden comprimir fácilmente.
- Sus partículas se mueven libremente

## PRESIÓN Y FUERZAS EN EL INTERIOR DE LOS LÍQUIDOS

Supongamos que tenemos un recipiente rectangular, de base "S" y altura "h" lleno de un líquido de densidad "d". Calculamos la presión ejercida por el líquido en la base del recipiente:



El volumen del recipiente:  $V = S \cdot h$

La densidad del líquido:  $d = m/V$

El peso del líquido será:  $p = m \cdot g = d \cdot V \cdot g$

La presión ejercida sobre la base del recipiente

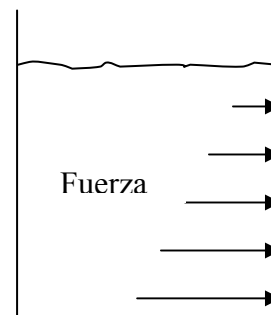
por el agua contenida en el recipiente:  $P = \frac{F}{S} = \frac{p}{S} = \frac{d \cdot V \cdot g}{S} = \frac{d \cdot S \cdot h \cdot g}{S} = d \cdot h \cdot g$


La **presión hidrostática** ejercida por un líquido es directamente proporcional a la profundidad "h" y a la densidad del líquido "d":  **$P = d \cdot h \cdot g$**

La presión en el interior del líquido ejerce fuerzas sobre cualquier superficie.

$$P = \frac{F}{S} \rightarrow F = P \cdot S$$

Dichas fuerzas son perpendiculares a las superficies y dependen de la profundidad: a mayor profundidad, mayor será la presión y mayor será la fuerza correspondiente.



	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> Apuntes: Fluidos	3(8)
	Autor: Manuel Díaz Escalera ( <a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a> ) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

**Ejemplo:** un depósito cuadrado de 4 m<sup>2</sup> de base y 6 metros de altura está totalmente lleno de agua. Calcula: a) el peso del agua contenida en el recipiente; b) la presión en el fondo del recipiente; c) la fuerza ejercida sobre la base del recipiente.

Dato:  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

**Solución:**

- a)  $V = 4.6 = 24 \text{ m}^3$ ;  $p = m.g = d.V.g = 1000.24.9.8 = 235200 \text{ N}$   
 b)  $P = d.h.g = 1000.9.8.6 = 58800 \text{ Pa}$   
 c)  $F = P.S = 58800.4 = 235200 \text{ N}$  (el peso del agua)

**Ejemplo:** calcula la diferencia de presión entre dos puntos situados en el fondo del mar a una distancia vertical de 10 metros. Dato:  $d_{\text{agua del mar}} = 1040 \text{ Kg/m}^3$

**Solución:**  $P_2 - P_1 = d.g.h_2 - d.g.h_1 = d.g.(h_2 - h_1) = 1040.9.8.10 = 101920 \text{ Pa}$

**Ejemplo:** un submarino está sumergido en el mar a una profundidad de 250 metros. Calcula la presión del agua a esa profundidad y la fuerza que ejerce sobre una escotilla circular de 30 cm de radio. Dato:  $d_{\text{agua del mar}} = 1040 \text{ Kg/m}^3$

**Solución:**

La superficie de la escotilla:  $S = \pi.R^2 = 3.14.0.3^2 = 0.283 \text{ m}^2$

$P = d.h.g = 1040.9.8.250 = 2548000 \text{ Pa}$

$F = P.S = 2548000.0.283 = 721084 \text{ N}$

**Ejemplo:** calcula la altura de una columna de agua en un recipiente para que en el fondo la presión sea igual que la presión ejercida por una columna de 40 cm de mercurio.

Dato:  $d_{\text{agua}} = 1000 \text{ Kg/m}^3$ ;  $d_{\text{mercurio}} = 13600 \text{ Kg/m}^3$

**Solución:**

El mercurio tiene una densidad mucho mayor que el agua, por eso se necesitará una columna de agua mucho más alta que la columna de mercurio.

Calculamos la presión ejercida por una columna de mercurio de 40 cm:


$P = d.h.g = 13600.0.4.9.8 = 53312 \text{ Pa}$

Por último calculamos la altura de la columna de agua:

$P = d.h.g$ ;  $h = p/d.g = 53312/1000.9.8 = 5.44 \text{ m}$

**Ejercicio 3:** En una piscina el agua llega hasta 3.5 metros de profundidad y en el fondo hay una tapa circular de 6 cm de radio y masa despreciable. Calcula: a) La presión en el fondo de la piscina; b) La fuerza que hay que realizar para abrir dicha tapa.

**Ejercicio 4:** La escotilla de un submarino tiene una superficie de 160 dm<sup>2</sup>. ¿Qué presión ejercerá el agua del mar, cuya densidad es 1.03 g/cm<sup>3</sup>, sobre la escotilla cuando el submarino se encuentre a una profundidad de 65 m? ¿Qué fuerza soportará la escotilla en estas condiciones?

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> Apuntes: Fluidos	4(8)
	Autor: Manuel Díaz Escalera ( <a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a> ) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

**Ejercicio 5:** Un recipiente rectangular de base un cuadrado de lado 18 cm y de altura 45 cm, se llena de gasolina de densidad  $680 \text{ Kg/m}^3$ . Calcula: a) La presión sobre el fondo del recipiente; b) la fuerza que soporta la base del recipiente.

### PRINCIPIO DE PASCAL

La presión aplicada en un punto de un líquido se transmite con la misma intensidad en todas direcciones en el interior del líquido.

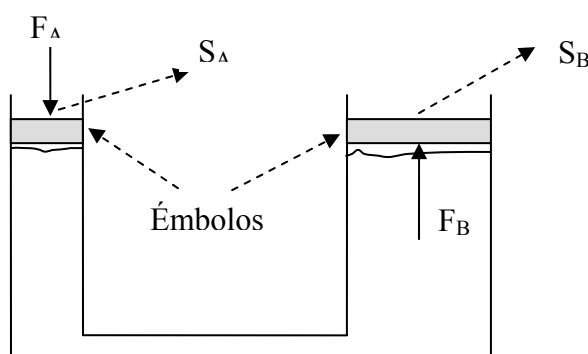
El principio de Pascal se aplica a muchas máquinas de uso común que utilizan sistemas hidráulicos.

### Prensa hidráulica

En la figura se representa una prensa hidráulica en su forma más simple. Consta de dos recipientes de distinto tamaño A y B llenos con un líquido y conectados por una tubería. En el recipiente pequeño, se ejerce una fuerza  $F_A$  sobre el émbolo de superficie  $S_A$  que produce una presión  $P_A = F_A/S_A$ . Por el principio de Pascal, la presión se transmite por el líquido, de manera que en el émbolo del recipiente B, la presión  $P_B$  es igual a la presión  $P_A$ :

$$P_A = P_B \rightarrow \frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}$$

Al ser la superficie del recipiente B mayor que la superficie del recipiente A, la fuerza  $F_B$  será mayor que la fuerza  $F_A$ , para que la presión sea la misma. De esta manera la prensa hidráulica logra multiplicar la fuerza.




**Ejemplo:** en un elevador hidráulico de automóviles la superficie del émbolo pequeño es de  $20 \text{ cm}^2$  y la superficie del émbolo grande es de  $500 \text{ cm}^2$ . Si la fuerza máxima que se puede aplicar en la superficie pequeña es de  $900 \text{ N}$ , calcula la carga máxima que se puede elevar.

### Solución:

$$F_B = S_B \cdot F_A/S_A = 0'05 \cdot 900/0'002 = 22500 \text{ N}$$

$$F_B = m \cdot g \rightarrow m = F_B/g = 22500/9'8 = 2296 \text{ kg}$$

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> Apuntes: Fluidos	5(8)
	Autor: Manuel Díaz Escalera ( <a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a> ) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

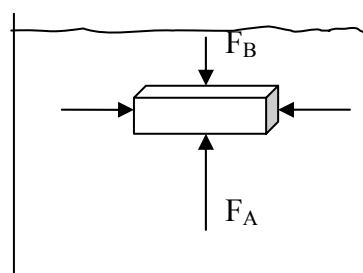
**Ejercicio 6:** Las secciones rectas de los émbolos de una prensa hidráulica son  $3000 \text{ cm}^2$  y  $70 \text{ cm}^2$ . Si en el émbolo pequeño aplicamos una fuerza de 400 N.

- ¿Cuál será la fuerza sobre el émbolo mayor?
- ¿Qué presión soportará cada émbolo?

**Ejercicio 7:** Una prensa hidráulica tiene un émbolo circular de radio 9 cm y el otro de 35 cm. ¿Que fuerza hay que hacer sobre el émbolo pequeño para que pueda elevar una masa de 2400 kg?

## FUERZA DE EMPUJE EN LOS LÍQUIDOS

Los líquidos ejercen unas fuerzas sobre los cuerpos sumergidos en ellos. Recordemos que las fuerzas dependen de la profundidad. Puede verse en la figura que la fuerza sobre la parte inferior es mayor que la fuerza sobre la parte superior. Las fuerzas laterales son iguales.



Por tanto, puede considerarse que los líquidos ejercen una fuerza hacia arriba, o fuerza de empuje, sobre los cuerpos sumergidos en ellos. Por eso notamos que los cuerpos parecen pesar menos dentro del agua. Esta pérdida de peso es aparente, el peso de un cuerpo es “ $p = m \cdot g$ ” fuera y dentro del agua.

### Principio de Arquímedes

En el siglo II A.C., el físico y matemático Arquímedes ya comprobó la existencia de fuerzas de empuje que ejercen los líquidos sobre los cuerpos sumergidos en ellos.

La fuerza de empuje sobre el cuerpo de la figura anterior será:  $E = F_A - F_B$   
 Sustituyendo las fuerzas:  $F_A = P_A \cdot S = d \cdot g \cdot h_A \cdot S$  y  $F_B = P_B \cdot S = d \cdot g \cdot h_B \cdot S$

$$E = F_A - F_B = d \cdot g \cdot h_A \cdot S - d \cdot g \cdot h_B \cdot S = d \cdot g \cdot S (h_A - h_B) = d \cdot V \cdot g \rightarrow \mathbf{E = d \cdot V \cdot g}$$

El peso del líquido desalojado al sumergir el sólido es:  $\mathbf{p = m \cdot g = d \cdot V \cdot g}$


**Principio de Arquímedes:** Todo cuerpo sumergido en un líquido experimenta una fuerza de empuje, vertical y hacia arriba igual al peso del líquido desalojado por el cuerpo.

**Ejemplo:** una pieza de aluminio de forma cúbica de 30 cm de lado se sumerge en agua. Calcula: a) El volumen; b) El peso; c) La fuerza de empuje que experimenta en el agua; d) El peso aparente en el agua. Dato:  $d_{Al} = 2700 \text{ kg/m}^3$

**Solución:**

a)  $V = L^3 = 0'027 \text{ m}^3$

b)  $P = m \cdot g = d_{Al} \cdot V \cdot g = 2700 \cdot 0'027 \cdot 9'8 = 714'42 \text{ N}$

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> Apuntes: Fluidos	6(8)
	Autor: Manuel Díaz Escalera ( <a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a> ) Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)	

- c)  $E = d_{\text{agua}} V \cdot g = 1000 \cdot 0'027 \cdot 9'8 = 264'6 \text{ N}$   
 d)  $P' = P - E = 449'82 \text{ N}$

**Ejemplo:** una esfera de aluminio de 2'5 cm de radio se introduce en agua. Calcula para la esfera de aluminio: a) El volumen; b) El peso; c) La fuerza de empuje que experimenta en el agua; d) El peso aparente en el agua.

**Solución:**

- a)  $V = \frac{4}{3} \pi R^3 = 6'5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$   
 b)  $P = m \cdot g = d_{\text{Al}} V \cdot g = 2700 \cdot 6'5 \cdot 10^{-5} \cdot 9'8 = 1'72 \text{ N}$   
 c)  $E = d_{\text{agua}} V \cdot g = 1000 \cdot 6'5 \cdot 10^{-5} \cdot 9'8 = 0'64 \text{ N}$   
 d)  $P' = P - E = 1'72 - 0'64 = 1'08 \text{ N}$

**Ejemplo:** hallar el volumen de un cuerpo que pesa 114 N y tiene un peso aparente dentro del agua de 96 N

**Solución:**  $P' = P - E \rightarrow E = P - P' = 114 - 96 = 18 \text{ N}$   
 $E = d_{\text{agua}} \cdot V \cdot g \rightarrow V = E / d_{\text{agua}} \cdot g = 18 / 1000 \cdot 9'8 = 1'8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

**Ejercicio 8:** Un cuerpo esférico de 2'5 cm de radio y densidad 7000 Kg/m<sup>3</sup> se sumerge en agua. Calcula: a) El empuje que experimenta; b) El peso aparente en el agua.

**Ejercicio 9:** Un cuerpo pesa en el aire 120 N y 102 N cuando está sumergido en un líquido cuya densidad es 1'1 g/cm<sup>3</sup>. ¿Qué densidad tiene el cuerpo, expresada en kg/m<sup>3</sup>?

**Ejercicio 10:** El peso de un cuerpo es 660 N y si se sumerge en el agua 595 N. Halla el volumen del cuerpo.

**Ejercicio 11:** Una pieza de acero de densidad 8500 Kg/m<sup>3</sup> tiene un volumen de 250 cm<sup>3</sup>. ¿Cuál es el peso aparente cuando se sumerge en agua?

### El principio de Arquímedes para los gases

Todo cuerpo introducido en un gas experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso del gas desalojado. Por ejemplo, los globos llenos de aire caliente o llenos de un gas menos denso que el aire (helio) ascienden gracias a la fuerza de empuje.

### FLOTACIÓN DE LOS CUERPOS

Sabemos por experiencia que hay cuerpos que al introducirlos en los líquidos flotan. Otros, por el contrario, se hunden. Según el valor de las fuerzas peso y empuje sobre un cuerpo se pueden dar tres casos:



- Un cuerpo flota en un líquido cuando el peso es menor que el empuje

$$P < E \rightarrow d_{\text{cuerpo}} \cdot V \cdot g < d_{\text{líquido}} \cdot V \cdot g \rightarrow d_{\text{cuerpo}} < d_{\text{líquido}}$$

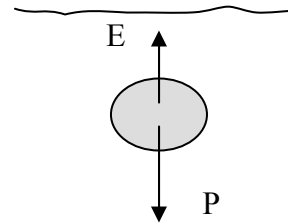
Un cuerpo flota en un líquido cuando su densidad es menor que la densidad del líquido. Por ejemplo, un trozo de corcho flota en el agua.

- Un cuerpo está en equilibrio en el interior de un líquido cuando el peso es igual al empuje.

- Un cuerpo se hunde en un líquido cuando el peso es mayor que el empuje.

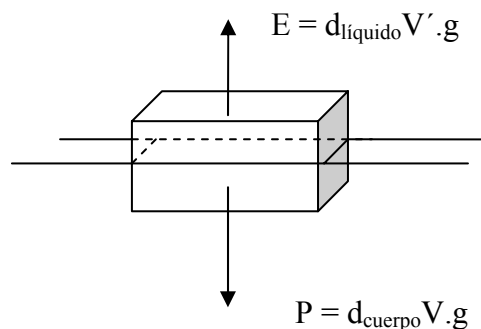
$$P > E \rightarrow d_{\text{cuerpo}} \cdot V \cdot g > d_{\text{líquido}} \cdot V \cdot g \rightarrow d_{\text{cuerpo}} > d_{\text{líquido}}$$

Un cuerpo se hunde en un líquido cuando su densidad es mayor que la densidad del líquido. Por ejemplo, un trozo de metal se hunde en el agua.



Cuando un cuerpo flota, una parte de éste emerge mientras que el resto permanece hundido. En esta situación son iguales el peso del cuerpo y la fuerza de empuje que corresponde al peso del líquido desalojado por la parte del cuerpo sumergida.

Observa que el volumen total del cuerpo  $V$  es mayor que el volumen sumergido  $V'$ .



**Ejemplo:** un cuerpo en forma de cubo de lado 10 cm de lado tiene una densidad de  $880 \text{ kg/m}^3$ . Determina el volumen del cuerpo que permanecerá sobre la superficie del agua al permanecer el cuerpo en equilibrio sobre la superficie.

**Solución:**

Primero calculamos el peso del cuerpo:  $P = d_{\text{cuerpo}} V g = 880 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 = 8,624 \text{ N}$

Cuando el cuerpo flota, el peso es igual al empuje, por tanto:

$$E = P = 8,624 \text{ N}; E = d_{\text{agua}} V' \cdot g \rightarrow V' = E / d_{\text{agua}} \cdot g = 8,624 / 1000 \cdot 9,8 = 8,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

El volumen que permanecerá sobre la superficie será:  $V - V' = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

**Ejemplo 12:** un cuerpo en forma rectangular tiene una base cuadrada de lado 18 cm y una altura de 5 cm. Si el cuerpo tiene una densidad de  $760 \text{ kg/m}^3$  calcula: a) El volumen del cuerpo en  $\text{m}^3$ ; b) El peso del cuerpo; c) El volumen del cuerpo que permanecerá sobre la superficie del agua al permanecer el cuerpo en equilibrio sobre la superficie.

## LA ATMOSFÉRA Y LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La atmósfera es la masa de aire que rodea a la Tierra. El aire no es un compuesto químico, sino una mezcla de gases, principalmente nitrógeno y oxígeno.

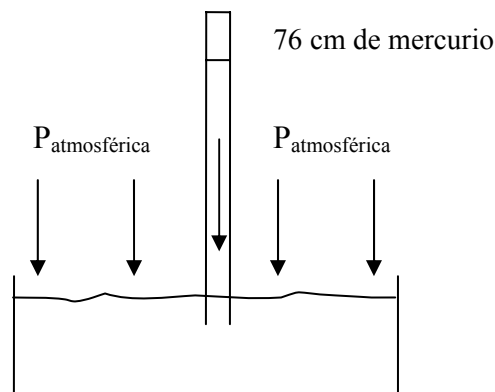


La atmósfera, a causa de su peso, produce una presión, **la presión atmosférica**, sobre todos los cuerpos colocados en su interior.

### Medida de la presión atmosférica

En el año 1643, el físico italiano E. **Torricelli** tomó un tubo de vidrio de un metro de longitud, cerrado por un extremo, y lo llenó de mercurio. Tapó con el dedo el extremo libre del tubo e, invirtiéndolo, lo introdujo por el extremo abierto en un recipiente que contenía mercurio.

Al retirar el dedo, observó que el nivel del mercurio en el tubo de vidrio descendía hasta quedar una columna de mercurio de 76 cm de longitud.



Torricelli concluyó que la presión que ejercía el aire en la superpie libre del recipiente que contenía el mercurio, **la presión atmosférica**, era igual a la presión ejercida por una columna de mercurio de 76 cm de longitud.

$$P = d_{\text{mercurio}} \cdot g \cdot h = 13600 \cdot 0,76 \cdot 9,8 = 101293 \text{ Pa} \rightarrow P_{\text{atm}} = \mathbf{101293 \text{ Pa}}$$

A medida que ascendemos, la columna de aire que queda sobre nuestras cabezas disminuye. Por ello la presión atmosférica disminuye con la altura.

**Ejemplo:** Si se repite el experimento de Torricelli a nivel del mar con aceite en lugar de mercurio, ¿qué altura mínima tiene que tener el tubo de vidrio?

Dato:  $d_{\text{aceite}} = 900 \text{ kg/m}^3$

### Solución:

$$P_{\text{atm}} = 101293 \text{ Pa} = d_{\text{aceite}} \cdot h \cdot g \rightarrow h = 101293 / 900 \cdot 9,8 = 11,48 \text{ metros}$$