



Práctica 1: Hidrostática e Hidrodinámica

Objetivos

1. Determinar la densidad de un sólido utilizando el método de la balanza hidrostática.
2. Verificar experimentalmente el principio de continuidad en el flujo de un fluido.
3. Aplicar el teorema de Torricelli para determinar tiempos de vaciado de un recipiente abierto

Referencias teóricas

- Densidad: Concepto, ecuación y unidades.
- Principio de Arquímedes: Empuje.
- Ecuación de continuidad
- Ecuación de Bernoulli: Teorema de Torricelli

Materiales y equipo

- 1 balanza de brazo triple (resolución 0.1 g).
- 1 beaker (250 ml).
- Agua.
- Hilo delgado resistente.
- 3 muestras de metal: Bronce, aluminio y acero
- Soporte universal con nuez y gancho.
- Regla de 30 cm
- Cronómetro de celular
- 2 recipientes para agua grande (1 galón)
- Recipiente especial de Torricelli
- Pie de rey o micrómetro
- Papel absorbente y cinta adhesiva (tirro)

Procedimiento

Parte 1. Balanza hidrostática: Medición de la densidad de un sólido

1. Coloca la muestra de metal en la balanza y mide su masa: m_{obj}
2. Llena el beaker con 200 cm³ de agua y colócalo sobre la balanza. Este es el sistema: recipiente + agua. Mide su masa: m_{r+a}
3. Suspende el objeto con el hilo y sumérgelo completamente en el agua, evitando que toque las paredes. Mira la *Figura 1*
4. Mide la masa del sistema: recipiente + agua + objeto sumergido: m_{tot}
5. Retira el objeto del agua y sécalo con papel absorbente. Identifica el material y completa la Tabla 1 con los datos medidos del paso 1 al 4
6. Calcula la diferencia de masa m_{dif} entre las masas: $m_{dif} = m_{total} - m_{r+a}$
7. Repite los pasos del 2 al 6, para las otras dos muestras.

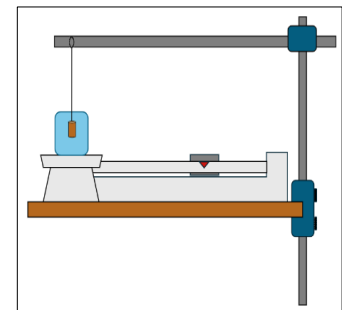


Figura 1. Arreglo experimental de la Parte I

Tabla 1. Mediciones de masas para determinar la densidad de objetos

Muestra de metal		Masa de agua: $m_f = 200$ g				
	m_{obj} (g)	m_{r+a} (g)	m_{total} (g)	m_{dif} (g)	$\rho_{rel} = \frac{m_{obj}}{m_{dif}}$	ρ_{obj} (g/cm ³)
Bronce						
Aluminio						
Acero						

8. Calcula la densidad relativa del objeto mediante la ecuación: $\rho_{rel} = \frac{m_{obj}}{m_{dif}}$ y regístralo en la Tabla 1



9. Luego, mediante $\rho_{rel} = \frac{\rho_{obj}}{\rho_f}$, despeja la densidad del objeto ρ_{obj} y calcúlala tomando a la densidad del agua como: $\rho_f = 1.00 \text{ g/cm}^3$. Regístralo en la Tabla 1. Estos serán los **valores medidos**
10. Aplica las reglas de propagación de incerteza según la ecuación empleada para obtener la incerteza de la densidad del objeto: $\Delta\rho_{obj}$
11. Con el micrómetro, mide el diámetro d de las muestras para calcular su volumen $V = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3$ y luego obtener la densidad mediante $\rho = m/V$. Regístralos en la Tabla 2. (Compara con los datos reportados en libros para verificar)

Material	Bronce	Aluminio	Acero
Densidad (g/cm ³)	8.6	2.7	7.8

Datos de: Young, Hugh d., Freedman, Roger A. Física universitaria con física moderna 1. Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2018

Tabla 2. Mediciones de volumen para determinar la densidad de objetos

Muestra de metal				
	m_{obj} (g)	d (cm)	V (cm ³)	ρ (g/cm ³)
Bronce				
Aluminio				
Acero				

12. Con estos resultados tomados como los **valores verdaderos**, calcula el error relativo porcentual $\varepsilon(\%)$. Escribe el resultado final de la densidad de las 3 muestras reportando su $\Delta\rho_{obj}$ y $\varepsilon(\%)$

Tabla 3. Resultados de la densidad de 3 muestras de metal

Muestra de metal	$\rho_{obj} \pm \Delta\rho_{obj}$	$\varepsilon(\%)$
Bronce		
Aluminio		
Acero		

Parte 2. Principio de continuidad y teorema de Torricelli

13. Mide y anota el diámetro $d_2 = D$ del recipiente de Torricelli y el diámetro $d_1 = d$ del orificio. (En la Tabla 4)
14. Pega la regla sobre el recipiente de Torricelli, cerca del orificio de manera que te permita observar la profundidad desde la mitad del orificio hasta la superficie: h . Mira la *Figura 2*
15. Tapa el orificio del tanque y colócalo cerca del recipiente en el que se recogerá el agua cuando salga por el orificio. Llena el recipiente de Torricelli con la botella de 1 galón hasta la altura $h = 10 \text{ cm}$.
16. Prepara el cronómetro y destapa el orificio. Inicia el cronómetro en el momento en que el agua **comienza a salir**. Cuando el agua deje de salir por el orificio, detén el cronómetro y vuelve a taparlo.

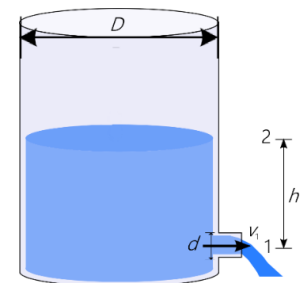


Figura 2. Recipiente de Torricelli para la Parte 2



17. Con el agua recolectada, vuelve a llenar el tanque hasta 8 cm, y repite el paso 16 y 17, hazlo así sucesivamente hasta completar las 5 profundidades. Registra estos datos en la Tabla 4

Tabla 4. Mediciones del tiempo de vaciado de un tanque abierto

$d_1 =$ _____ cm	$d_2 =$ _____ cm				
h (cm)	10	8	6	4	2
t (s)					
t_v (s)					
$\varepsilon(\%)$					

18. Calcula el tiempo teórico t_v de vaciado para cada h , esto se hace con la fórmula: $t = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \sqrt{\frac{2h}{g}}$. Toma el valor de la gravedad como: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$. Regístralos en la Tabla 4. Compara los valores medidos con los teóricos y calcula el error relativo porcentual $\varepsilon(\%)$

19. Contestar el siguiente cuestionario para ayudarte a analizar los resultados.
(Te servirá para hacer una síntesis. **No se debe copiar y pegar en el art. científico, sino, hacer una síntesis**)

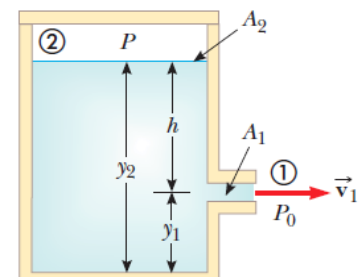
Cuestionario:

Parte 1. Balanza hidrostática: Medición de la densidad de un sólido

- Realiza 3 diagramas de cuerpo libre DCL para:
 - Recipiente + agua, sobre la balanza. Toma como cuerpo al sistema: recipiente + agua
 - Recipiente + agua + objeto sumergido colgando del hilo, sobre la balanza. Toma como cuerpo al sistema: recipiente + agua + objeto sumergido
 - Recipiente + agua + objeto sumergido colgando del hilo, sobre la balanza. Toma como cuerpo al objeto sumergido
- Deduce la fórmula $\rho_{rel} = \frac{\rho_{obj}}{\rho_f} = \frac{m_{obj}}{m_{dif}}$. (Sugerencia: Aplica la segunda ley de Newton a los 3 DCLs del # anterior y relaciona el empuje que experimenta el objeto con el aumento de masa registrado en la balanza mediante el Principio de Arquímedes.)
- ¿Tiene alguna influencia el aire en el experimento? ¿Cambiaría si lo hiciéramos en el vacío?
- La densidad del agua a 1 atm y 27°C es de **0.997 g/cm³**. ¿Tiene este dato incidencia en las mediciones?
- ¿Cuáles son las fuentes de error en esta parte y cómo podrían reducirse?

Parte 2. Principio de continuidad y teorema de Torricelli

- Un tanque cerrado que contiene un líquido de densidad ρ tiene un orificio en su costado a una distancia y_1 desde el fondo del tanque (ver figura). El orificio está abierto a la atmósfera y su diámetro es mucho menor que el diámetro superior del tanque. El aire sobre el líquido se mantiene a una presión P .
 - Determine la rapidez del líquido que sale del orificio cuando el nivel del líquido está a una distancia h sobre el orificio.
 - ¿A qué sería igual la expresión anterior si el tanque estuviera abierto?





7. Deduce la fórmula $t = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \sqrt{\frac{2h}{g}}$, que es el tiempo de vaciado para un tanque abierto a la atmosfera.

(Sugerencia: utiliza la rapidez v obtenida en b) del # anterior y recuerda que el caudal es igual a $Q = \frac{dv}{dt} = Av$.

En este caso dV es negativo porque el volumen de agua en el tanque, a medida se vacía, es cada vez menor)

8. ¿Tiene alguna influencia la densidad del líquido en el tiempo de vaciado del tanque? ¿Cambiaría el resultado si lo hiciéramos con un líquido distinto? ¿Cuándo es válida la expresión del tiempo utilizada en esta práctica?
9. En base a la Tabla 4, haz un gráfico de t vs h . Realiza un ajuste del tipo potencial para obtener la ecuación que relaciona las variables. ¿qué relación se observa entre t y h ?
10. Según el $\varepsilon(\%)$ obtenido de t ¿se ha verificado el principio de continuidad del flujo en un fluido? Si no, ¿Cuáles son las fuentes de error en esta parte y cómo podrían reducirse?

IMPRIME, RECORTA Y PEGA la siguiente tabla en tu cuaderno de trabajo.

Rubrica de Cuaderno de laboratorio. Física II: Laboratorio 1							
Antes de la práctica (1° rev.)			Al final de la práctica (2° rev.)			Después de la práctica	
Aspecto	Puntos		Aspecto	Puntos		Aspecto	Puntos
Nombre y fecha de la práctica	1		Ejemplo de cálculos para la Tabla 1: ρ_{rel}, ρ_{obj}	1		Cuestionario: Resolución del #1	1
3 objetivos de la práctica	1		Ejemplo de cálculos para la Tabla 2: V, ρ	1		Resolución del #2	2
Ref. teóricas: Densidad	1		Ejemplo de cálculos para la Tabla 3: $\varepsilon(\%)$ y $\Delta\rho_{obj}$	1		Resolución del #6	1
Principio de Arquímedes	1		Ejemplo de cálculos para la Tabla 4: t_v y $\varepsilon(\%)$	1		Resolución del #7	2
Ec. de continuidad y Bernoulli (Torricelli)	2		Tabla 1 llena	2		Cálculos completos de $\rho_{rel}, \rho_{obj}, \rho, \varepsilon(\%)$ y $\Delta\rho_{obj}$	2
			Tabla 2 llena	1			
4 Tablas dibujadas	4		Tabla 3 llena	1		Los cálculos completos de t_v y $\varepsilon(\%)$	2
			Tabla 4 llena	2			
TOTAL	10			10			10
Se revisará durante la práctica, de forma presencial . Hace el 20% de nota del L1						Se revisará después de la práctica. Subir como PDF . Hace el 20% de nota de L1	

Después de la práctica deberás subir en Moodle **parte del cuestionario (#1, #2, #6 y #7)** más las **fotos** de los cálculos completos efectuados en tu cuaderno de trabajo, tal como está indicado en la rúbrica anterior; en un documento de Word convertido a formato PDF. **ESTA NOTA ES INDIVIDUAL**

Recuerda revisar la rúbrica del artículo científico dada al inicio del curso, para redactar adecuadamente el desarrollo y resultados de esta práctica. **ESTA NOTA ES GRUPAL**