



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERIA (UNIDAD ENSENADA)

CARRERA	CLAVE ASIGNATURA	PLAN DE ESTUDIO	NOMBRE DE LA MATERIA
TRONCO COMUN	4357	2007-1	TERMOCIENCIA

PRACTICA No.	LABORATORIO DE	TERMOCIENCIA	DURACION (HORAS)
LTP-07	NOMBRE DE LA PRACTICA	VACIADO DE UN DEPOSITO	2

1. INTRODUCCION

La ecuación de Bernoulli describe el comportamiento de un fluido bajo condiciones variantes y tiene la forma siguiente:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (1)$$

Esta ecuación se aplica en la dinámica de fluidos. Para llegar a la ecuación de Bernoulli se han de hacer ciertas suposiciones que nos limitan el nivel de aplicabilidad:

- El fluido se mueve en un régimen estacionario, o sea, la velocidad del flujo en un punto no varía con el tiempo.
- Se desprecia la viscosidad del fluido (que es una fuerza de rozamiento interna).
- Se considera que el líquido está bajo la acción del campo gravitatorio únicamente.

2. COMPETENCIA

Que el alumno determine el tiempo de vaciado de un contenedor abierto y compare el resultado obtenido con expresiones teóricas.

Formuló Fis. Tania Angélica López Chico	Revisó Q.F.B. Ileana Moreno Suarez	Aprobó M.I. Haydeé Meléndez	Autorizó Dr. Oscar López
MAESTRO	CUERPO COLEGIADO DE TERMOCIENCIA	COORDINADOR DE TRONCO COMUN	DIRECTOR DE FACULTAD

3. FUNDAMENTO

Se tiene un tanque abierto con fluido a una altura h y un orificio en la parte inferior. Se supone que la velocidad del fluido en la parte superior v_1 no es despreciable frente a la velocidad con la que sale por el orificio v_2 . La ecuación de continuidad se escribe:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (1)$$

donde, A_1 es el área superior del contenedor y A_2 el área del orificio respectivamente. Aplicando la ecuación de Bernoulli.

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2 \quad (2)$$

Pero $P_1 = P_2 =$ Presión atmosférica. Sustituyendo $h = y_1 - y_2$, corresponde a la altura de la columna fluido.

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h = \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (3)$$

De las ecuaciones 1 y 3 obtenemos v_1 y v_2 .

$$v_2 = A_1 \sqrt{\frac{2gh}{A_1^2 - A_2^2}} \quad (4)$$

Si $A_1 \gg A_2$ obtenemos el resultado de Torricelli $v_2 = \sqrt{2gh} \quad (5)$

El volumen de fluido que sale del depósito en la unidad de tiempo $A_2 v_2$, y en función del tiempo dt será $A_2 v_2 dt$. Como consecuencia del vaciado la altura h del depósito disminuirá.

$$-A_1 dh = A_2 v_2 dt \quad (6)$$

Si la altura inicial del depósito en el instante $t=0$ es H . Integrando esta ecuación diferencial, obtenemos la expresión de la altura h en función del tiempo.

$$-\int_H^h \frac{dh}{\sqrt{h}} = A_2 \sqrt{\frac{2g}{A_1^2 - A_2^2}} \int_0^t dt$$

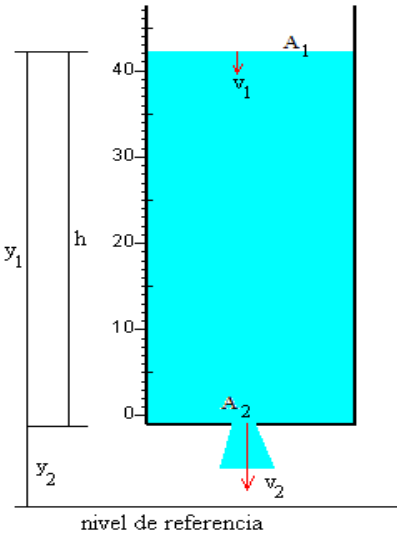
Tomando $h=0$, obtenemos el tiempo que tarda el depósito en vaciarse por completo.

$$t = \sqrt{\left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1\right) \frac{2H}{g}} \quad (ec.7)$$

La ecuación 7 describe el comportamiento general del tiempo de vaciado del recipiente como función de la altura.

Si $A_1 \gg A_2$, se puede despreciar la unidad.

$$t = \frac{A_1}{A_2} \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (ec. 8)$$



4. PROCEDIMIENTO

A. EQUIPO NECESARIO

Agua
1 Cinta Métrica
1 Contenedor o Recipiente
Cronómetros
1 Vernier
1 clip
1 encendedor

MATERIAL DE APOYO

1 calculadora
1 bitácora (cuaderno de notas)

B. DESARROLLO DE LA PRACTICA

Esta práctica consta de dos ejercicios. Las instrucciones se listan a continuación:

Ejercicio 1: Determinación del tiempo de vaciado del recipiente

- Con mucho cuidado calienta el clip y realiza un pequeño orificio lo mas circular posible en la base del recipiente.
- Calcular el área de sección transversal A_1 de la parte superior y área del orificio A_2 del recipiente. (Utilizar vernier para medir el diámetro del orificio en la base y la cinta métrica para A_1).
- Medir la altura (H) del recipiente a partir del orificio y realizar marcas en los intervalos de distancia 0, H/4, H/2, 3H/4 y H.
- Sustituir los valores obtenidos de las áreas junto con la altura en las ecuaciones (ec.7) y (ec.8) y determinar el tiempo de vaciado teórico (Tabla 1).

Tabla 1: Registro de cálculo del tiempo teórico

$A_1 (cm^2) =$	$A_2 (cm^2) =$	$A_1 / A_2 =$
	Tiempo teórico (segundos)	
Altura(cm)	Ecuación 7	Ecuación 8
H=		
3H/4=		
H/2=		
H/4=		

- Llenar el recipiente con agua hasta la altura marcada con H. Hay que cubrir el orificio hecho anteriormente para que no fluya el agua.
- Destapar el orificio y determinar el tiempo que tarda en vaciarse el recipiente desde cada una de las alturas. Realizar un promedio con 4 ciclos de tiempo de vaciado y anotarlos en Tabla 2.

Tabla 2: Registro de tiempos para obtener promedio con 4 mediciones.

Altura (cm)	Ciclo 1 Tiempo (s)	Ciclo 2 Tiempo (s)	Ciclo 3 Tiempo (s)	Ciclo 4 Tiempo (s)	Ciclo 5 Tiempo (s)	Ciclo 6 Tiempo (s)	Tiempo Promedio
H=							
3H/4=							
H/2=							
H/4=							

- Realizar dos gráficas de altura vs tiempo. Una con los datos teóricos de la ecuación 7 y otra con los datos teóricos de la ecuación 8.
- Los datos de la ecuación teórica únalos con una línea.
- Colocar en el eje x el valor de las alturas y en el eje y el tiempo.
- Utilizar los datos experimentales en forma de puntos con sus respectivos márgenes de error.

Ejercicio 2: Determinación de la razón de flujo ($R=dV/dt$).

- En una probeta graduada coleccionar agua desde cada una de las alturas durante 3 segundos.
- Anote el volumen coleccionado en la Tabla 3. Realizar un promedio de volumen con 4 mediciones.
- Con el volumen promedio de cada altura calcular la Razón de flujo de volumen.

Tabla 3: registro de volúmenes para obtener razón de flujo de volumen o caudal del recipiente.

Altura(cm)	Vol. 1 (cm ³)	Vol. 2 (cm ³)	Vol. 3 (cm ³)	Vol.4 (cm ³)	Vol.5 (cm ³)	Vol. 6 (cm ³)	Volumen Promedio (cm ³)	Razón de Flujo de Volumen (R) (cm ³ /s)
H=								
3H/4=								
H/2=								
H/4=								

Sugerencias:

- Para realizar la gráfica no se necesita utilizar un programa de graficado, se puede utilizar una hoja cuadriculada, especificando bien los ejes, las leyendas de la gráfica y los puntos.
- Identificar bien los datos que se estén graficando, utilizar diferentes colores para los datos obtenidos experimentalmente y los datos Teóricos.
- A cada punto del tiempo registrado agregarle su barra de error.
- Debido a que se van a calcular áreas y medir alturas, éstas también tienen márgenes de error.

5. DISCUSIONES

1. Experimentalmente, ¿Cuáles fueron los intervalos de tiempo promedio para cada una de las alturas?
2. Escribir con palabras el comportamiento de las gráficas de altura vs tiempo.
3. ¿Cuál ecuación (7 u 8) representa o describe mejor el tiempo experimental?
4. ¿Afectará en algo si se cierra el recipiente por la parte superior?

5. ¿El caudal (razón de flujo) es constante? Explique su respuesta.
6. Si no es constante. ¿Cómo se podrá lograr un caudal constante con este recipiente?
7. ¿Cuáles fueron las fuentes que contribuyen al error o incertidumbre que se obtuvieron?
8. ¿Cuál fue la precisión que obtuvieron en la práctica?
9. ¿Con qué problemas se encontraron al realizar esta práctica?

6. BIBLIOGRAFIA

- Física. Volumen 1. Resnick, Halliday y Krane. 5ta edición CECSA
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/vaciado/vaciado.htm>