

LABORATORIO DE FÍSICA 1

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Biológicas y Geológicas

PRÁCTICA 4: Guía de Fluidos

OBJETIVO GENERAL

Esta práctica tiene como objetivo estudiar experimentalmente el flujo de un fluido al drenar libremente de un recipiente bajo la acción de la gravedad. Concretamente, se busca responder con evidencia experimental a dos interrogantes:

- (a) ¿En qué forma se produce la descarga (e.g., a velocidad constante o des/acelerada)?, y
- (b) ¿Cómo depende el tiempo de vaciado con el tamaño del orificio de salida?

MONTAJE EXPERIMENTAL

Para el montaje experimental utilizaremos un recipiente cilíndrico de pared transparente y sección variable, desde el cual tendrá lugar la descarga. La parte superior del recipiente, de diámetro D , se encuentra abierta a la atmósfera. Similarmente, la parte inferior del mismo dispone de un cuello en el cual es posible roscar tapas con orificios circulares de diferentes diámetros, que denotaremos con d .

Como líquido de trabajo emplearemos agua corriente de red, que utilizaremos para llenar el recipiente hasta una altura H (medida, por conveniencia, respecto de la posición vertical del orificio de salida).

A fin de seguir temporalmente la descarga del recipiente, utilizaremos el sensor ultrasónico de posición 'Motion Detector 2', vinculado a una placa de adquisición 'SensorDAQ' y controlado por computadora mediante el software 'Motion DAQ'. A diferencia de otros sensores, el sensor de movimiento empleado en esta práctica **requiere de una calibración** previa. Para detalles acerca de cómo calibrar el sensor, véase la sección 'Acerca del sensor ultrasónico de posición' al final de esta guía.

Emplearemos entonces el sensor de movimiento para determinar, conforme se realiza la descarga, la posición vertical de la superficie libre del líquido en el recipiente. Para ello, dispondremos el sensor por arriba del recipiente y lo orientaremos de forma tal de que apunte hacia la superficie libre del agua. Para el montaje, resulta necesario tener en cuenta que el sensor de posición no es sensible a la presencia de objetos posicionados dentro de su cono de medición a distancias menores a los 15 cm. Ajustaremos entonces la posición vertical del sensor de forma tal de que la distancia 'sensor-superficie libre al inicio de la descarga' sea **ligeramente** superior a dicho valor umbral (2 - 3 cm., aproximadamente).

Como sugerencia adicional, es recomendable trabajar con el recipiente inicialmente lleno, de modo que H coincida con (o difiera en sólo 1 cm de) la altura total del recipiente. Asimismo, resultará práctico realizar una marca sobre la pared externa del recipiente que denote la posición vertical (nivel) de líquido inicial que se empleara en las experiencias.

En último lugar, utilizaremos un balde al pie del montaje para coleccionar el líquido evacuado.

Un esquema del montaje completo puede verse en la Figura 1.

LABORATORIO DE FÍSICA 1

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Biológicas y Geológicas

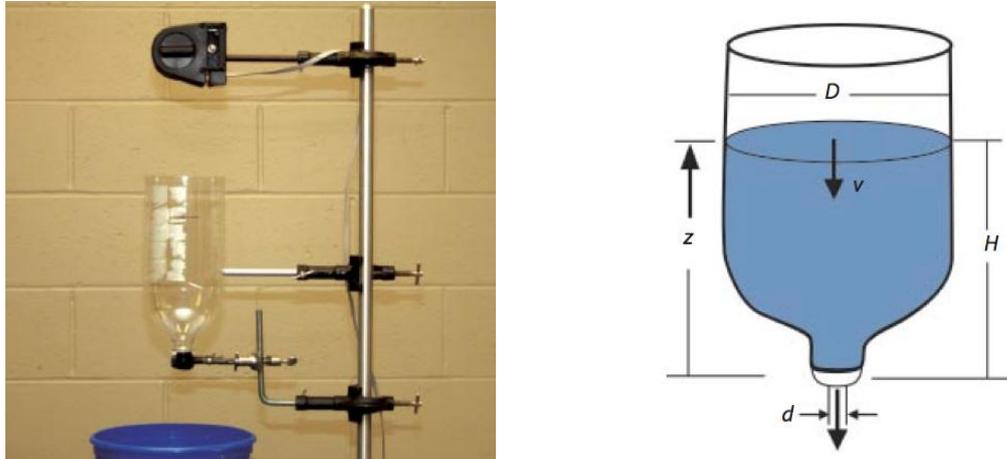


Figura 1. Esquema del montaje y de las variables asociadas. El panel de la izquierda muestra una foto del montaje, donde pueden verse (desde arriba hacia abajo) el sensor de movimiento, el recipiente de descarga y el balde para coleccionar el líquido evacuado. El panel de la derecha muestra las diferentes variables necesarias para modelar el escenario físico considerado.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN

Antes de comenzar con las series de mediciones, calibre el sensor de posición (véase la sección 'Acerca del sensor ultrasónico de posición' al final de esta guía.).

Una vez que haya calibrado el sensor, elija un tamaño de orificio de salida y rosque la tapa correspondiente al cuello del recipiente. Obture el orificio de salida con el dedo y pídale a un compañero que llene el recipiente hasta la altura marcada previamente (ver sección 'Montaje Experimental').

Habiendo configurado ya el sensor, dé comienzo a la adquisición de datos y retire **luego** el dedo, liberando el orificio de salida. Al hacerlo, tenga cuidado de no introducir vibraciones en el sistema. Si ha montado adecuadamente el sensor, debería ver una curva suave (y con muy poco ruido) asociada a la evolución temporal de la posición vertical de la superficie libre del líquido en el recipiente. Asegúrese de que ha capturado el fenómeno de descarga completo, verificando que la última parte de la curva medida resulta constante.

Repita esta operación para distintos tamaños del orificio de salida.

No olvide que deberá determinar experimentalmente las dimensiones de interés, a saber: los diámetros D y d (éste último, para cada tapa empleada), así como la altura de carga H .

LABORATORIO DE FÍSICA 1

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Biológicas y Geológicas

ANÁLISIS DE DATOS

Considere una a una las curvas de 'posición de la superficie libre en función del tiempo', $x_{SL}(t)$, que midió. Reflexione acerca de las siguientes cuestiones:

(a) La curva medida presenta diferentes regiones caracterizadas por comportamientos bien distintos entre sí. ¿Qué comportamientos observa en la curva? ¿Es capaz de vincular las diferentes regiones de la curva con lo que sucede cronológicamente en la experiencia? **Deténgase a reflexionar en estos interrogantes y asegúrese de haberlos resuelto antes de continuar con el análisis.**

(b) Considere ahora únicamente la región de la curva $x_{SL}(t)$ que corresponde a la descarga a sección constante. ¿Qué comportamiento observa? ¿Se trata de un movimiento a velocidad constante, o uno uniformemente des/acelerado (u otro)? Busque una estrategia de análisis de datos que le permita responder **cuantitativamente** a esta última pregunta. Cuando la encuentre, póngala en práctica y responda la pregunta. [*Ayuda: recuerde que el movimiento comienza desde un estado de reposo.*]

(c) Según observó, debido a la presencia del cuello de salida en el recipiente, que introduce una sección (rápidamente) variable, la curva $x_{SL}(t)$ cambia su comportamiento hacia el final de la descarga. El tiempo final medido para la descarga **no corresponde** entonces al que se hubiera medido con un recipiente cilíndrico de sección constante. Teniendo en cuenta el resultado que obtuvo en el inciso anterior, ¿cómo podría hacer para, a partir de la curva $x_{SL}(t)$ medida, determinar el tiempo de descarga de un recipiente cilíndrico de sección constante? Cuando haya encontrado una manera, determine el tiempo t_v de vaciado para cada tamaño del orificio de descarga considerado.

(d) Una vez que disponga de un tiempo de descarga t_v asociado a cada uno de los orificios de descarga considerados (al menos 5), grafique el primero en función del segundo, i.e., $t_v(d)$. Construya dos gráficos de esta relación, uno en escalas lineales y otro en escalas logarítmicas. ¿Qué dependencia observa? ¿Cómo podría encontrar una **relación empírica cuantitativa** para la dependencia observada? Escriba la forma de dicha relación así como el valor de todos los parámetros necesarios para determinarla unívocamente.

(e) Para estudiantes motivados (y/o deseosos de mejorar su nota)

Elija un tamaño de orificio de salida y repita lo hecho hasta aquí pero ahora variando únicamente la altura inicial de la columna de líquido en el recipiente. Considere para ello 5 alturas distintas.

Una vez que lo haya hecho, dispondrá de un tiempo de descarga t_v para cada altura H considerada. Grafique entonces $t_v(H)$. Construya dos gráficos de esta relación, uno en escalas lineales y otro en escalas logarítmicas. ¿Qué dependencia observa? ¿Cómo podría encontrar una **relación empírica cuantitativa** para la dependencia observada? Escriba la forma de dicha relación así como el valor de todos los parámetros necesarios para determinarla unívocamente.

LABORATORIO DE FÍSICA 1

para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Biológicas y Geológicas

ACERCA DEL SENSOR ULTRASÓNICO DE POSICIÓN 'MOTION DETECTOR 2' UTILIZADO EN ESTA PRACTICA**A. COMO FUNCIONA EL SENSOR – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

El sensor de movimiento 'Motion Sensor 2' que empleamos en esta practica es capaz de determinar la posición de objetos ubicados en un rango de **entre 0,15 m y 6 m del detector** con una resolución de 1 mm. El mismo trabaja como un sonar, emitiendo pulsos discretos de ultrasonido (50 kHz) y detectando los ecos de estos pulsos al rebotar contra el objeto. Teniendo como dato la velocidad del sonido en el aire (lo que requiere una calibración previa al uso), el sensor calcula la posición a partir del intervalo de tiempo entre la emisión del pulso y la recepción del eco.

Este dispositivo posee asimismo un selector que permite variar el ángulo sólido de detección en dos niveles y una cabeza que puede inclinarse para apuntar mejor al objetivo. El cono de emisión-recepción cubre 20°, por lo tanto es necesario mantener la zona del entorno despejada ya que el sensor tomará como objetivo aquel objeto que se encuentre más cercano dentro de su cono de detección.

B. COMO CONTROLAR EL SENSOR CON EL SOFTWARE MOTIONDAQ**1. HABILITAR EL CANAL DE MEDICIÓN (CANAL DIG)**

A fin de poder controlar el sensor con la computadora es necesario configurar un canal de medición en el software MotionDAQ. Para ello, ingresamos a 'Configurar canales', elegimos 'Archivos de calibración por defecto', y seleccionamos la solapa 'Canal DIG' (canal digital). En dicha solapa cambiamos la opción de 'OFF' a 'ON' para habilitar el canal. Para calibrar el sensor, no cierre la ventana de dialogo y siga las instrucciones del siguiente apartado.

2. CALIBRAR EL SENSOR DE POSICIÓN CON EL SOFTWARE MOTIONDAQ

En la misma solapa 'Canal DIG' en la que se encuentra, seleccionamos 'Calibración Automática'. Ello nos llevara a un cuadro de dialogo que emplearemos para calibrar el sensor. Para la calibración, el sensor requiere que se mida solo dos puntos de referencia cuya distancia al sensor (en metros) es necesario ingresar manualmente en dicho ventana de dialogo. Tenga en cuenta que la distancia medida es aquella que va desde la red metálica frontal del sensor hasta el objeto cuya posición se busca establecer.

3. CONFIGURAR LA TASA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL SENSOR

Accionando el icono del reloj (junto al botón 'Collect') es posible configurar la tasa de adquisición de datos del sensor. En el cuadro de dialogo resultante, el primer campo permite establecer el tiempo total de medición, mientras que el segundo fija la frecuencia de muestreo.

Tenga en cuenta que utilizando una frecuencia de muestreo de hasta 200 muestras por segundo se pueden ver los datos medidos en tiempo real (es decir, a medida que se van adquiriendo los datos).