

## Gasto a través de un tubo

### Objetivos

Medir el gasto de un líquido que fluye a través de un tubo.  
Observar y medir las presiones a lo largo de un tubo por el cual se mueve un fluido viscoso

### Equipo y Material

1. Una balanza de 0.1 g.
2. Dos litros de aceite automotriz.
3. Dos vasos de precipitados de al menos 250 ml.
4. Tantos vasos de precipitados de al menos 50 ml, como integrantes tenga el equipo.
5. Probeta de 100 ml.
6. Cronómetro.
7. Viscosímetro de tubo.
8. Una regla de un metro.

### Introducción

La razón de flujo de volumen  $dV/dt$ , o gasto, se define como la rapidez con la que un volumen de fluido cruza una sección de un tubo, y puede obtenerse de la siguiente expresión:

$$\frac{dV}{dt} = Av$$

Esta cantidad permanece constante si el fluido es incompresible.

El movimiento de un fluido incompresible y no viscoso se describe por la ecuación de Bernoulli:

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gy = \text{constante}$$

Mediante esta ecuación es posible determinar la velocidad de salida del líquido en el extremo libre del tubo, así como la presión en cualquier punto de su interior. Sin embargo, cuando el fluido no cumple con las condiciones mencionadas arriba, esta ecuación no es completamente aplicable a su movimiento.

### Procedimiento

Considerando que es necesario conocer la densidad del aceite para cumplir con los objetivos planteados, es conveniente comenzar por determinar esta cantidad.

#### Densidad del aceite.

1. Calibre la balanza.

2. Mida la masa de la probeta teniendo cuidado de que esté completamente seca y limpia.
3. Llene de aceite la probeta hasta alcanzar los 80 ml y mida su masa.
4. Enseguida, sin vaciar la probeta, vierta un poco más de aceite hasta que alcance los 90 mililitros y mida su masa.
5. Por último, agregue más aceite hasta que el volumen sea de 100 centímetros cúbicos y mida su masa correspondiente.
6. Tenga cuidado de limpiar las paredes externas e internas de la probeta en cada una de las mediciones.

#### **Gasto de aceite a través del tubo.**

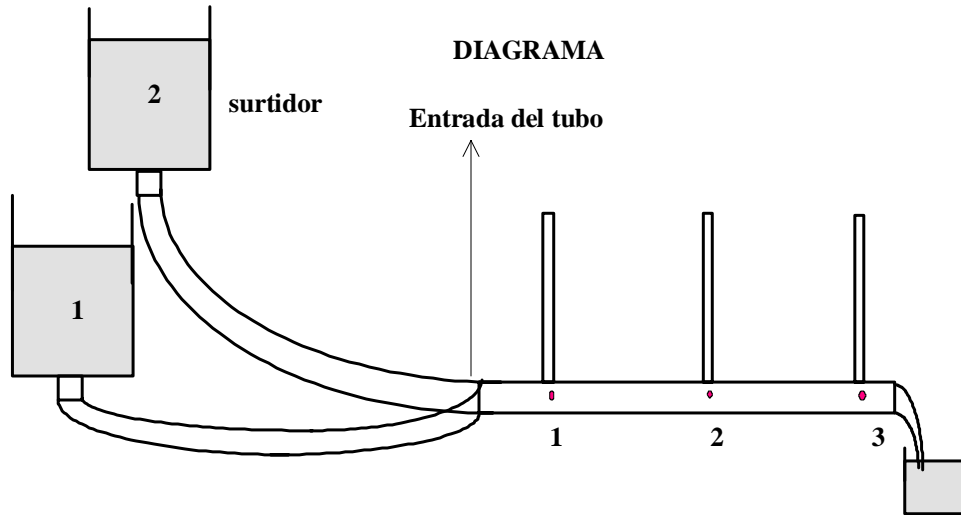
**Cada miembro del equipo medirá una vez el gasto de aceite con su vaso de precipitados.**

1. Arme el viscosímetro como se indica en el dibujo.
2. Coloque el recipiente surtidor en la posición 1, cuidando que la salida del tubo esté cerrada; luego vierta el aceite en el recipiente. En todo momento debe cuidar que el líquido no se derrame por las mangueras verticales que posee el viscosímetro. Observe cómo son las alturas del aceite en estas mangueras.
3. Quite la tapa de la salida del tubo horizontal y coloque un vaso de precipitados de 250 mililitros para que colecte el líquido que está saliendo.
4. Suba el recipiente surtidor hasta que el aceite en la manguera 1 alcance aproximadamente 29 cm de altura (posición 2 del surtidor), cuidando que el líquido no se derrame por ninguna de las mangueras, lo cual puede lograr controlando la altura del surtidor. Permita que el aceite fluya por unos 5 minutos para que el líquido alcance una altura estable en las mangueras.
5. Cuando en el vaso colector se acumule un poco de aceite, coloque un segundo vaso de 250 ml y regrese el líquido del primer vaso al recipiente surtidor. Repita esta operación cada vez que sea necesario para que el nivel de aceite en el recipiente surtidor se mantenga aproximadamente constante.
6. Mida ahora la masa del vaso de precipitados de 50 ml.
7. Para medir el gasto, sujete con una mano este vaso de precipitados y con la otra el cronómetro.
8. Coloque el vaso en el chorro de aceite y al mismo tiempo encienda el cronómetro. Estas dos operaciones deben ser simultáneas, de manera que la medición del tiempo que tarda en salir un determinado volumen de fluido se efectúe con una buena precisión.
9. Recoja aceite con el vaso de 50 ml durante aproximadamente tres minutos. Al término de ese tiempo quite el vaso del chorro y, de forma simultánea, detenga el cronómetro; anote el tiempo que éste indica.
10. Mida la masa del vaso con aceite y después vierta el líquido recogido en el recipiente surtidor.
11. Cada miembro del equipo deberá realizar su medición de gasto tal como se indicó en los pasos anteriores.

#### **Presión del aceite a lo largo del tubo.**

**Esta operación se realizará una vez por equipo.**

1. Una vez estabilizado el aceite en las tres mangueras verticales, mida la altura que alcanza el líquido en dichos tubos, utilizando para ello las reglas que tienen incorporadas. Es importante que el observador coloque su vista al mismo nivel del líquido en ellas, de manera que pueda determinar cuál línea de la escala es tangente a la parte baja del menisco que forma el líquido.
2. Mida la posición ( $X$ ) de los puntos 1, 2 y 3, respecto a la entrada del tubo horizontal, usando la regla de 1 metro.



## Resultados

### Densidad del aceite.

1. Con cada pareja de valores de masa y volumen de aceite calcule su densidad.
2. Calcule 3 valores de densidad correspondientes a los tres volúmenes, para después obtener:
  - Su densidad promedio.
  - Su desviación promedio.
  - El error porcentual.

Densidad del aceite

Medición	$M$	$V$	$\rho$	$\delta\rho$
1				
2				
3				

$$\bar{\rho} =$$

$$\overline{d} =$$

$$\varepsilon_p =$$

**Gasto de aceite.**

1. Utilizando el valor obtenido de la densidad promedio del aceite y el valor medido de su masa calcule el volumen de líquido recogido.
2. Con este valor del volumen y el valor medido del tiempo que tardó en salir esta cantidad de líquido, calcule el gasto que fluye por el tubo.
3. Los valores determinados del gasto serán tantos como miembros tenga el equipo. Con estos valores determine:
  - El gasto promedio.
  - La desviación promedio en el gasto.
  - El error porcentual.

Gasto

Medición	$m$	$V$	$t$	$Q$	$\delta Q$
1					
2					
3					
4					
5					

$$\bar{Q} =$$

$$\bar{\delta Q} =$$

$$\varepsilon_p =$$

**Presión del aceite a lo largo del tubo.**

1. Calcule la presión en los puntos 1, 2 y 3 del tubo utilizando los valores medidos de la altura del aceite en cada manguera, así como el valor de la presión atmosférica que en el laboratorio es de 100,000 Pa.

Punto	$h$	$p$	$X$
1			
2			
3			

2. Elabore una gráfica con los valores de la presión (eje  $Y$ ) y de la posición del punto (eje  $X$ ) correspondiente, medidos respecto a la entrada del tubo y utilizando las herramientas computacionales, localizadas en la dirección <http://www.fisica.uson.mx/mecanica/>, determine el ajuste de sus datos.

## Preguntas

1. ¿Cuál es la magnitud del error en la determinación de la densidad del aceite?  
¿Cuáles considera Usted que son las principales fuentes de error en esta medición?  
Sea claro y concreto al señalar las principales fuentes de error.
2. ¿Cuál es la magnitud del error en la determinación del gasto? ¿Cuáles considera Usted que son las principales fuentes de error en esta medición? Sea claro y concreto al señalar las principales fuentes de error.
3. ¿De qué magnitud son las alturas del aceite en los tubos verticales cuando está fluyendo el líquido? ¿Qué nos indica este hecho en relación a la presión del aceite en el tubo horizontal?
4. ¿La situación observada en los tubos verticales corresponde a un fluido no viscoso?  
¿Por qué?
5. Si el líquido se comportara como un fluido no viscoso, ¿qué alturas se hubieran observado en los tres tubos verticales?

6. En la gráfica de la presión en función de la posición del punto respecto a la entrada del tubo, ¿cómo es la pendiente en esta gráfica y que información proporciona?