Desarrollo Experimental.

Lista de Materiales:
Instrumento de laboratorio (cilindros concéntricos)
Cronómetro con detector de movimiento.
Aceite de motor SAE 40.
Polea y cuerda sujetadas a los cilindros.
Pesa con gancho para sujetar.

Arreglo experimenal.

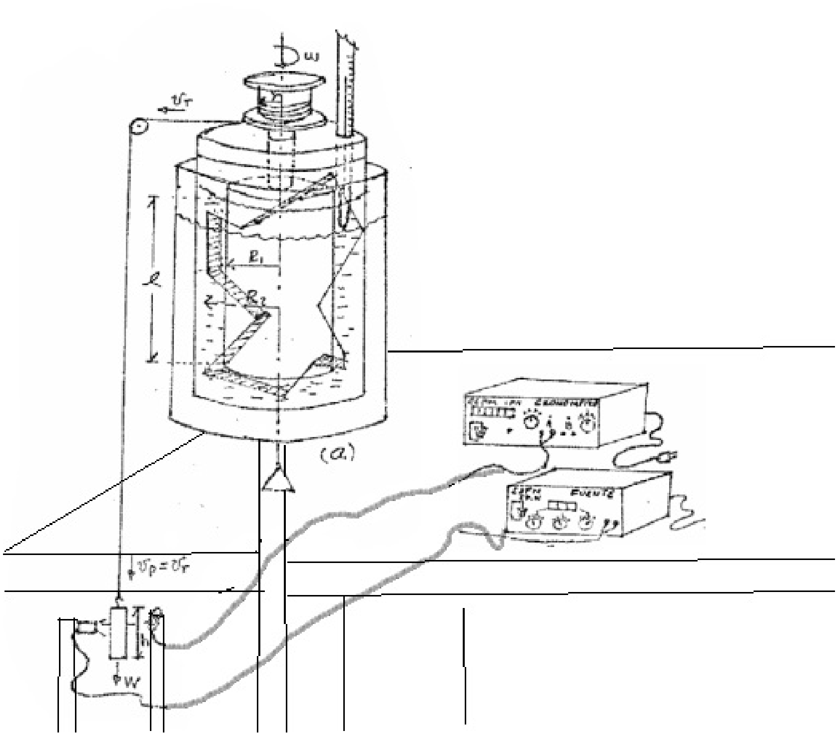


Figura 1: Arreglo general

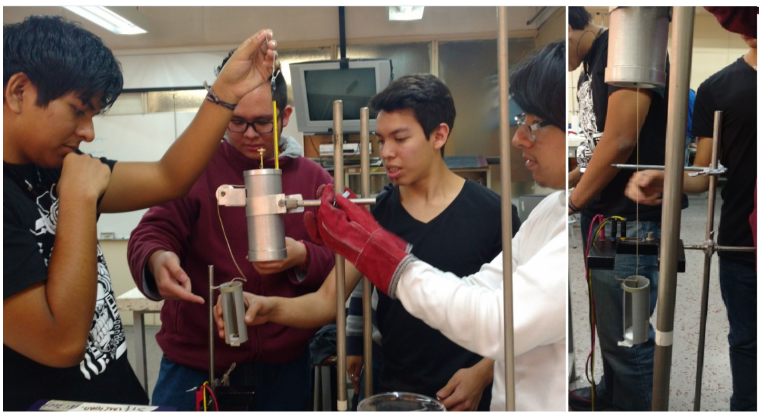


Figura 2: Variación de la temperaura del fluido hasta un punto y luego bajarla con compresas.

Procedimiento.

1.-Medir los parámetros iniciales r, ω, R_1, R_2, l y h para que así calcular β
2.-Calentar a baño María hasta que hierva el agua.
3.-Medir la temperatura del aceite y sacar y termómetro.
4.-Soltar la pesita, y registrar el tiempo t del cronómetro.
5.-Dejar bajar la temperatura y repetir 10 o 12 veces.
6.-Llenar la tabla y graficar .

Resultados.

Comenzamos la práctica con ell material proporcionado por el equipo de laboratorio, procedimos a medir algunas de nuestras constantes como lo son; el radio del tambor giratorio $r = 7{,}8310^{-3}m$, masa de la pesita $m = 13{,}6 \times 10^{-3}kg$, y por el medio de las ecuaciones del marco teórico se obtuvo la rapidez angular $\omega = 113{,}6grad/s$, la altura h dela pesita $h = 118{,}5 \times 10^{-3}m$, la longitud l del cilindro experior $l = 144 \times 10^{-3}m$, los radios interior y exterior $R_1 = 23{,}88 \times 10^{-3}m$ y $R_2 = 32{,}09 \times 10^{-3}m$ respectivamente, y en consecuencia, por medio de los calculos justificados en el marco teórico $\beta = 28{,}529 \times 10^{-3}Pa$. Llenamos la Tabla 1 proporcionada para después graficar η vs T, y ajustar para calcular $\eta = \eta(T)$, es decir encontrar una dependencia de la viscosidad con respecto a la temperatura del fluido.

Tabla 1.

L = 144 mm	r= 7.83 mm	ω=236.78rad/s	β=28.529E-03 (Pa)
h=118.5 mm	R2= 32.09 mm	R1= 23.88 mm	
n	T (°C)	t (s)	η (Pa s)
1	69	0.4508	1.29E-02
2	66	0.5078	1.45E-02
3	63	0.4796	1.37E-02
4	60	0.5543	1.58E-02
5	57	0.5309	1.51E-02
6	54	0.5772	1.65E-02
7	51	0.6504	1.86E-02
8	48	0.6481	1.85E-02
9	45	0.6618	1.89E-02
10	42	1.094	3.12E-02
11	39	1.2539	3.58E-02
12	36	1.286	3.67E-02

De las cuales extragimos los siguientes datos de la siguiente tabla para poder hacer la gráfica $\eta vs T$.

Tabla 2.

n	X= T (°C)	Y= η (Pa s)
1	69	1.29E-02
2	66	1.45E-02
3	63	1.37E-02
4	60	1.58E-02
5	57	1.51E-02
6	54	1.65E-02
7	51	1.86E-02
8	48	1.85E-02
9	45	1.89E-02
10	42	3.12E-02
11	39	3.58E-02
12	36	3.67E-02

Datos tabulados para graficar.

Gráfica de dispersión

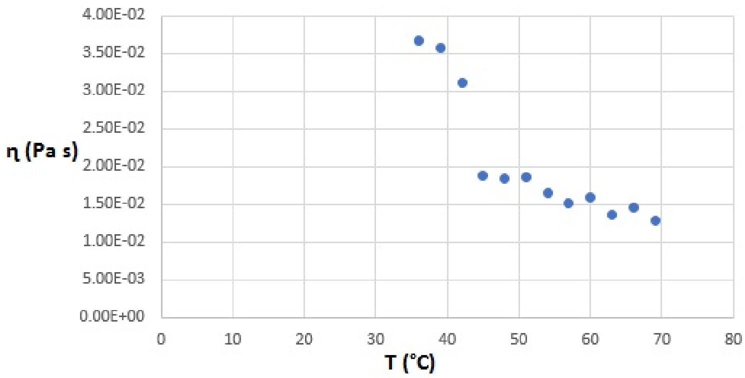


Gráfico de dispersión para los datos de la viscosidad variando la temperatura.

Notemos que nuestra gráfica de dispersión no toma ninguna forma ni función conocidad, así que por el momento con la herrramientas con las que contamos hasta ahora solo podremos darle una forma, a la dispersión de puntos, a la de una función lineal.

Ajuste de datos.

Por el Apréndice 1 podemos hacer el respectivo ajuste por el método de mínimos cuadrados para encontrar un modelo lineal $Y = ax + b$ tales que $(x_i, y_i) \to (T(°C), \eta(Pa \cdot s))$ de los datos del experimento, cuya tablas de entrada y modelo es el siguiente:

Tabla de entrada.

n	$\sum_{i=1}^{n} x_i(°C)$	$\sum_{i=1}^{n} y_i(Pa \cdot s)$	$\sum_{i=1}^{n} y_i x_i(Pa \cdot s \cdot °C)$	$\sum_{i=1}^{n} x_i^2(°C^2)$
11	630	$2{,}48 \times 10^{-1}$	12,11709935	34362

De donde:

$$a = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2} \quad y \quad b = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \sum_{i=1}^{n} x_i}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}.$$

Sustituyendo los valores queda:

$$a = \frac{(12 \times 12{,}11709935\,[Pa \cdot s \cdot °C]) - (6{,}3 \times 10^2 \times 2{,}48 \times 10^{-1}\,[Pa \cdot s \cdot °C])}{(1234362\,\left[°C^2\right]) - \left(6{,}3 \times 10^2\,[°C]\right)^2} = -7{,}04 \times 10^{-4}\,[Pa \cdot s/°C]\,.$$

$$b = \frac{(34362 \times 2{,}48 \times 10^{-1}\,\left[Pa \cdot s \cdot °C^2\right]) - (12{,}11709935 \times 630\,\left[Pa \cdot s \cdot °C^2\right])}{(1234362\,\left[°C^2\right]) - \left(6{,}3 \times 10^2\,[°C]\right)^2} = 5{,}76 \times 10^{-2}\,[Pa \cdot s]\,.$$

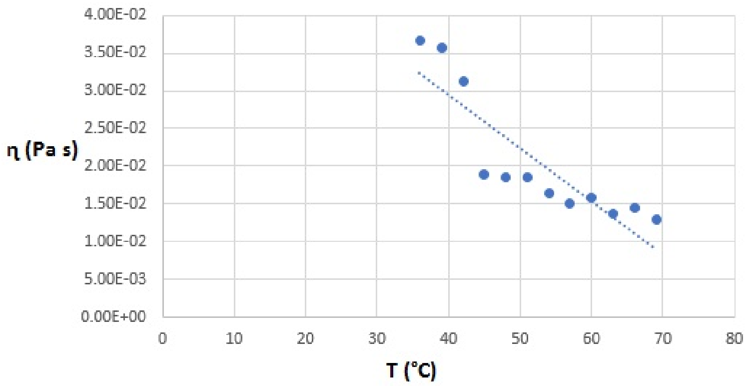
Finalmente queda el modelos propuesto:

$$Y = -7{,}04 \times 10^{-4} x + 5{,}76 \times 10^{-2} \quad \to (1)$$

De (1) podemos graficar sus correspondientes lineas de tendencia, a continuación vamos a graficar su modelo y a tratarlo con más detalle.

Ajuste por excel.

Notemos que mientras por medio de cáalculos pudimos enconrar un modoelo, el programa Excel pudo enontrar otro, es cual se muestra a continuación.



Por la ecuación anterior se tiene que $\eta = \eta(T) = -7{,}04 \times 10^{-4}(T) + 5{,}76 \times 10^{-2}$ y así se logra obtener una relacioón entre la viscosidad y la temperatura. Cabe resaltar que aunque el comportamiento de los puntos de dispersión era muy inusual, es decir,claramente no muestra un coportamiento lineal ni logarítmico, aunque sí el de una función estrictamente decreciente como se esperaba de acuerdo a nuestras hipótesis, la viscosidad en un fluido disminuía mientras aumentaba la temperatura, así conjeturamos un comportamiento de la viscosidad del aceite en un rango de temperatura, y cuya ecuación, remarcamos es :

$$\eta(T) = -7{,}04 \times 10^{-4}(T) + 5{,}76 \times 10^{-2}.$$

Error Porcentual.

Los valores verdaderos de la viscosidad del aceite SAE 40 (los cuales se encuentran en la tabla 1 del marco teórico) a una temperaturamenor que $100°C$ debe ser menor que 16.3 cp (cp es una unidad de viscosidad denominada centi Poise, donde 1 centipoise = $1 \times 10^{-3} Pa \cdots$. Entonces, de nuestras mediciones y cálculos con un valor en nuestra ecuación hallada de $59°C$ que claramente cumple con la condición de que sea menor a $100°C$ y esta nos arroja un valor de 16.06 cp, un valor muy cercano al verdadero, y así que podemos obtener el error porcentual, usando el rango de valores los cuales no cumple la condición:

$$Error \quad porcentual \quad M_c = \frac{Error \quad verdadero}{Valor \quad Verdadero} = \frac{Valor \quad verdadero - Valor \quad aproximado}{Valor \quad verdadero} \times 100 = 38{,}65\,\%.$$

Discusiones.

Al llevar acabo este experimento pudimos notar que hubo ciertas fallas con la calibración del instrumento, ya que en algunas ocasiones el cronómetro no se detenía cuando la pesita psaba por el sensor de movimiento, cabe resaltar que la polea no era una polea ideal ya que al menos yo la sentí y esta tení bastante fricción y lo mejor que pudimos hacer fué limpiarla. Fuera de eso el comportamiento de nuestra función lineal propuesta fue bastante buena, aunque pudimos hacerla mejor con un ajuste logaritmico, dado que estos materiales son muy usados en la industria lo mejor sería buscar la mejor geometría del arreglo para cada tipo de fluido. Finalmente se logró encontrar que en nuestra ecuación de tendencia que era bastante buena, no del todo, pero confirmaba nuestras hipótesis al comportamiento del fuido con respecto de la temperatura.