

Informe N°6: Viscosidad

bassedassignacio¹, victoria blanco², luz¹, and Cecilia Zaza¹

¹Física 1 Mañana Lunes

²Affiliation not available

March 18, 2018

Abstract

En este trabajo práctico se buscó estudiar la fuerza viscosa que resulta de tener un cuerpo en movimiento en un fluido, fuerza que es contraria al movimiento. En el caso estudiado, de caída libre, la F_v será opuesta a la fuerza peso. Se observó el movimiento cuando se alcanza la velocidad límite y se calculó la viscosidad del fluido para cada cuerpo por separado. En un primer momento se supuso que esta sería igual en todos los casos, sin embargo el resultado fue que se obtuvieron diferentes viscosidades.

Introducción

El empuje es una fuerza que aparece cuando se sumerge un cuerpo en un fluido. El empuje se define según la ecuación 1

$$E = \rho \cdot V_s \cdot g \quad (\text{Ec.1})$$

donde “ V_s ” es el volumen del cuerpo totalmente sumergido, “ g ” la aceleración de la gravedad, y “ ρ ” la densidad del líquido donde el cuerpo se encuentra sumergido.

Al dejar caer un objeto en un medio viscoso, las fuerzas que actúan son:

$$P - E - F_v = m \cdot a \quad (\text{Ec.2})$$

Cuando el objeto alcanza la velocidad límite, la aceleración es cero y por lo tanto:

$$P - E - F_v = 0$$

$$F_v = \rho l \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot g - m \cdot g$$

$$F_v = \rho l \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot g - \rho e \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot g$$

$$F_v = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 \cdot g \cdot (\rho e - \rho l) \quad (\text{Ec.3})$$

Además, tenemos la ecuación de la velocidad límite:

$$V_{\text{lim}} = \frac{2}{9} \cdot g \cdot \frac{(\rho e - \rho l)}{\mu}$$

$$\mu = \frac{R^3}{f(R)} \quad (\text{Ec.4})$$

El objetivo de este trabajo práctico es hallar el valor de la viscosidad del fluido a partir de mediciones de la velocidad realizadas con los programas Avacam y Tracker, que fueron procesadas luego en Origin.

Desarrollo experimental

Para comenzar esta práctica se procedió con observar cualidades tanto de los cuerpos como del fluido. En primer lugar se pesó y midió con un calibre el volumen de cada una de las esferas, de modo que fue posible obtener su densidad, conociendo que:

$$\frac{4}{3}\pi \cdot r^3 = V \text{ (Ec.5)}$$

y que

$$\gamma = \frac{m}{V} \text{ (Ec.6)}$$

Por otra parte, se midió la densidad del fluido con un densímetro, obteniendo un valor de 1,082g/cm³.

Luego, utilizamos probetas con detergente y esferas de acero de distintos radios. Soltamos las bolitas de una con cuidado en la probeta y filmamos el proceso con el programa Ava Cam. Luego, abrimos el video con el programa "Tracker". Utilizando este se pudo realizar un seguimiento del cuerpo cuadro por cuadro, de modo que se pudo conocer en detalle el movimiento descrito. Exportamos los datos en el lapso de tiempo en el que cada bolita llegó a la velocidad límite, punto en el que su aceleración es nula. Utilizando el programa Origin, se tomaron estos datos y se realizó un gráfico y una ajuste lineal de los datos obtenidos. El movimiento una vez alcanzada la velocidad límite responderá a:

$$Y = Y_0 + Vl \cdot (T - T_0)$$

por lo que, dando el programa a conocer la pendiente de la recta, se obtuvo la velocidad límite para cada esfera.

Luego, pudimos graficar la velocidad límite en función de los radios. De este gráfico se realizó en el Origin un ajuste lineal y uno no lineal ajustado a una parábola, siendo la última la más adecuada.

Sabiendo esto, tomando la ecuación 4, se puede considerar la siguiente ecuación :

$$h = \frac{2}{9} \cdot g \cdot (re - rl) \cdot \frac{R^2}{v_{\text{lim}}^2} \text{ (Ec.5)}$$

a partir de la cual se pudieron calcular las viscosidades para cada una de las esferas.

Resultados y discusión

Luego de realizar un ajuste por cuadrados mínimos de los valores de los radios en función del tiempo obtenidos con los programas "Avacam" y "Tracker" se obtuvo el gráfico:

Al alcanzar la velocidad límite, el cuerpo que cae debe tener aceleración igual a cero, por lo que el gráfico de la posición en función del tiempo debería ser una recta (debido a que se trata de un movimiento rectilíneo uniforme sin aceleración).

Podemos ver el ajuste lineal, recta azul; y el ajuste no lineal, recta roja. La función se ajusta más al ajuste no lineal, a la parábola. Por lo tanto, la función tiene la siguiente forma:

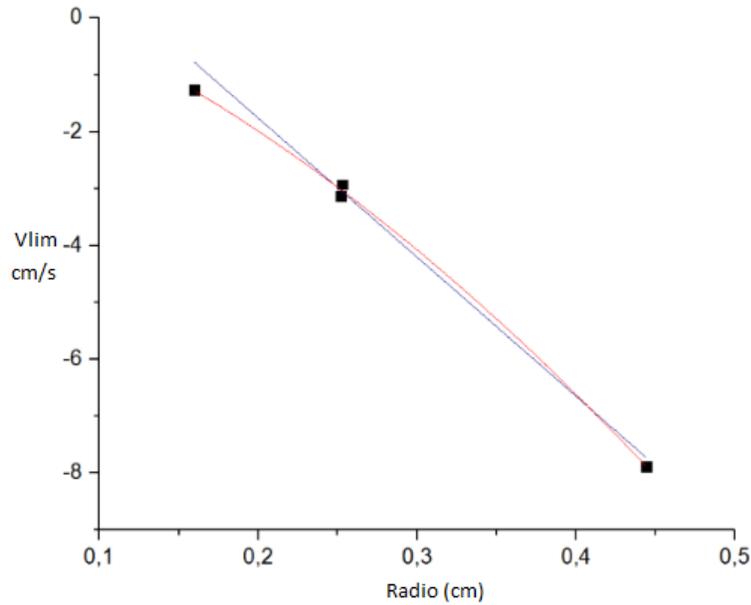


Figure 1: Velocidad limite en función de los radios de cada esfera.

$$h = \frac{2}{9} \cdot g \cdot (re - rl) \cdot \frac{R^2}{V_{lim}} \text{ (Ec.5)}$$

Expresión que obtenemos desde la ecuación 4.

Con la ecuación 5, y el valor de los radios de todas las esferas, calculamos η :

Para la esfera más grande (esfera 1), $\eta = -0,39 \pm 0,0085$

Para una esfera mediana (esfera 2), $\eta = -0,31 \pm 0,0126$

Para otra esfera mediana (esfera 3), $\eta = -0,33 \pm 0,01325$

Para la esfera más chiquita (esfera 4), $\eta = -0,35 \pm 0,08747$

Conclusiones

Se logró calcular el valor de la viscosidad del fluido, η , utilizando 4 esferas del mismo material y de diferentes tamaños. Si bien esperábamos que el valor obtenido de η para cada una sea el mismo, ya que que todas las esferas fueron sumergidas en el mismo líquido (detergente), los valores son distintos. Esto lo podemos adjudicar a diferentes anomalías durante las mediciones. Por ejemplo la pérdida de seguimiento claro por parte del Tracker.

Apendice

Long Name	radio	VI	errr	errv	Error g	Errordcuer	errordliqui	Dcuerpo	Dliquido	1T	2T	3T	4T	5T	Error TOTA
Units															
Comments															
F(x)=										H-COL(I))*((COL(J)*((COL(A)*2.796*((COL(A)*L(H)-COL(I))*2*(H-COL(I))*((CCCOL(L)+CO					
1	0,444	-7,88	0,001	0,004	0,001	0,09	0,002	8,16	1,082	1,54837E-9	1,18635E-8	2,40235E-5	4,82378E-5	3,82861E-8	0,0085
2	0,252	-3,13	0,001	0,001	0,001	0,18	0,002	8,05	1,082	9,86972E-10	7,80272E-9	6,3202E-5	9,54512E-5	9,66749E-9	0,0126
3	0,253	-2,93	0,001	0,001	0,001	0,18	0,002	7,81	1,082	1,06683E-9	9,04647E-9	7,32764E-5	1,0236E-4	1,19249E-8	0,01325
4	0,16	-1,26	0,001	0,005	0,001	1,94	0,002	8,74	1,082	1,19549E-9	7,82477E-9	0,00736	2,86802E-4	1,80651E-6	0,08747
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															

Figure 2: Tabla de datos.

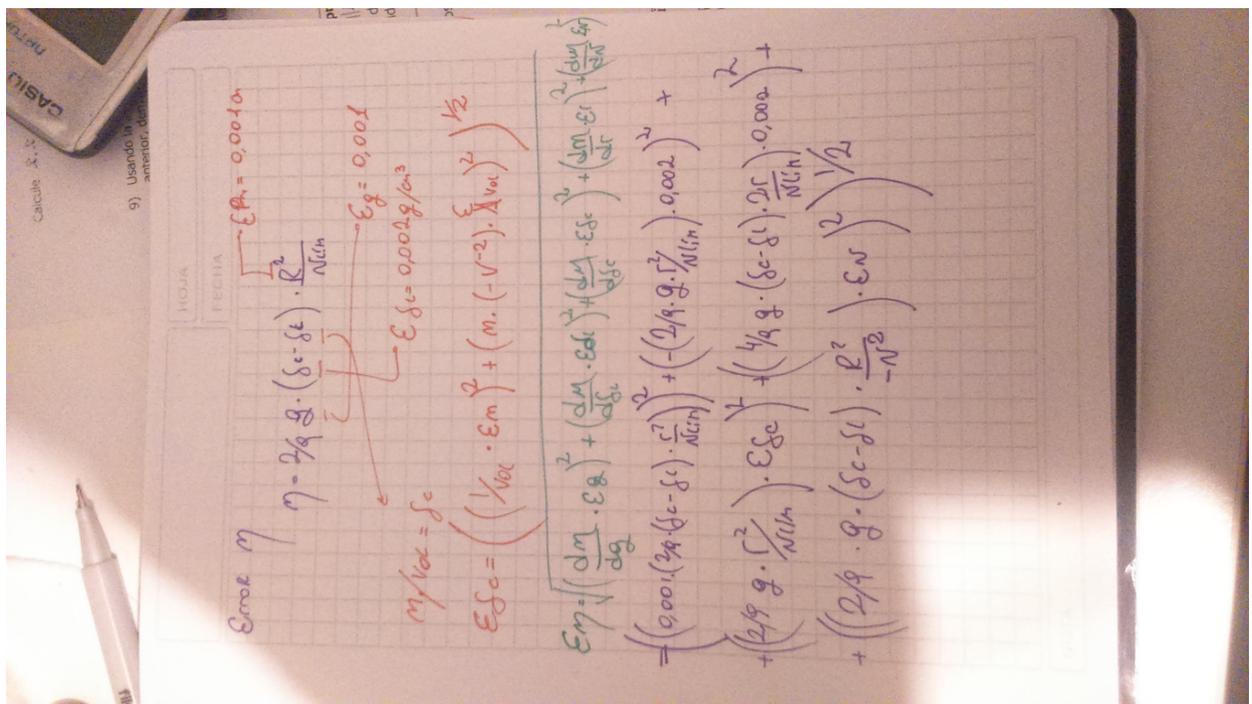


Figure 3: Calculo del error de la viscosidad.

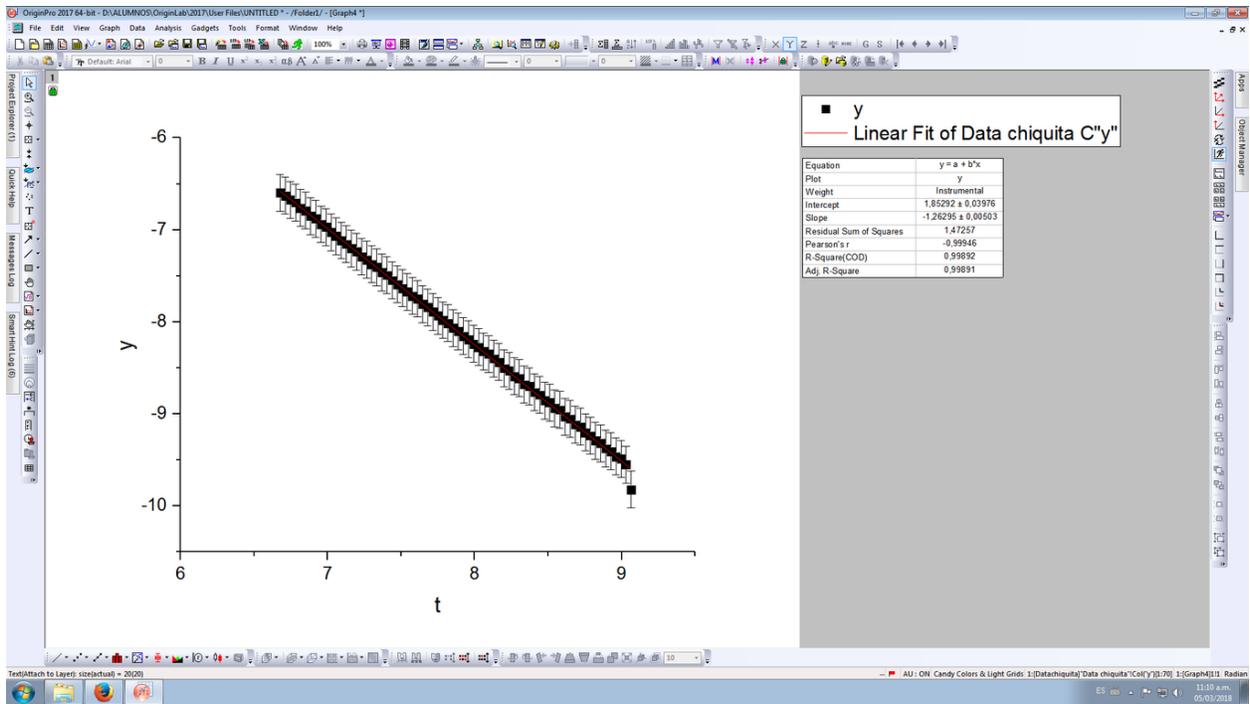


Figure 4: Grafico de posición de la esfera 4 en función del tiempo.

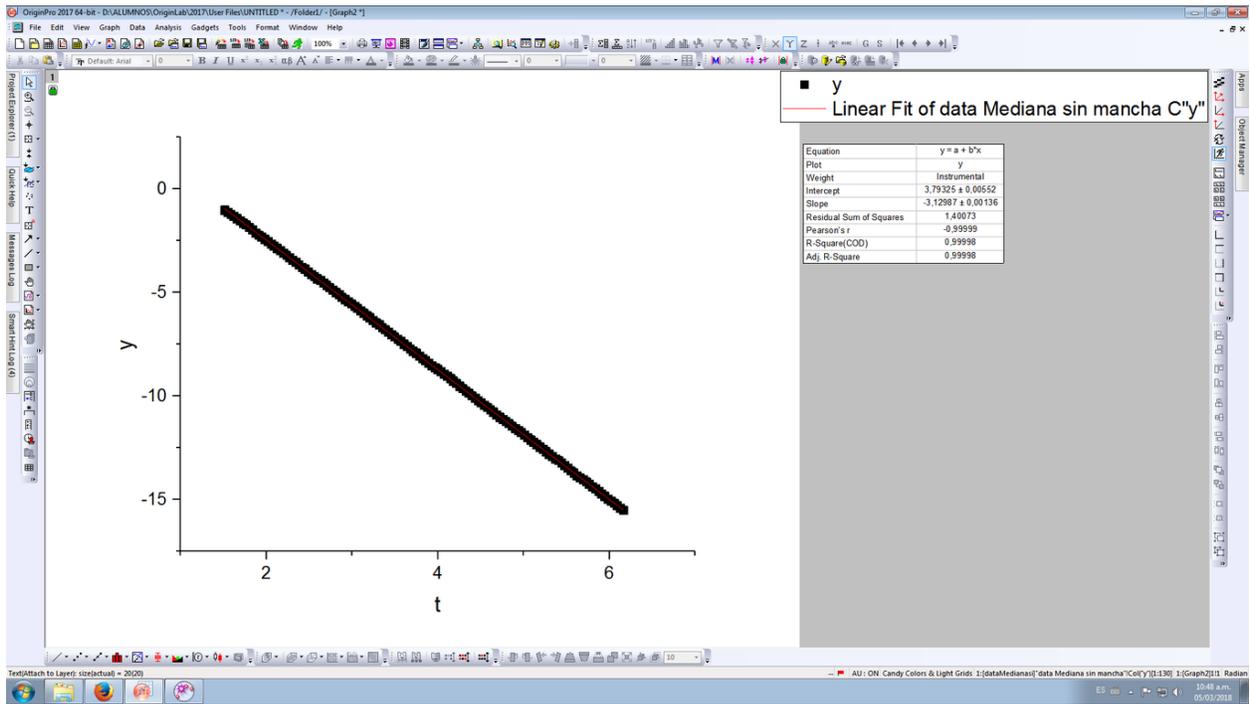


Figure 5: Grafico de posición de la esfera 2 en función del tiempo.

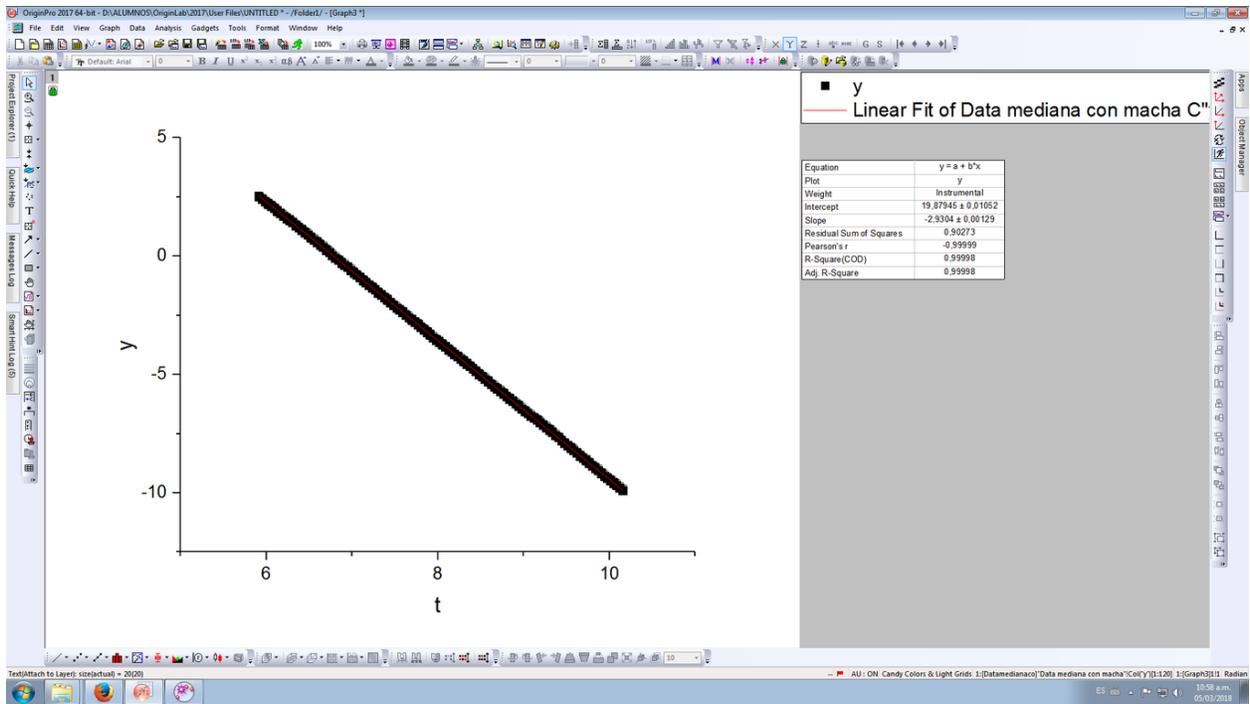


Figure 6: Grafico de posición de la esfera 3 en función del tiempo.

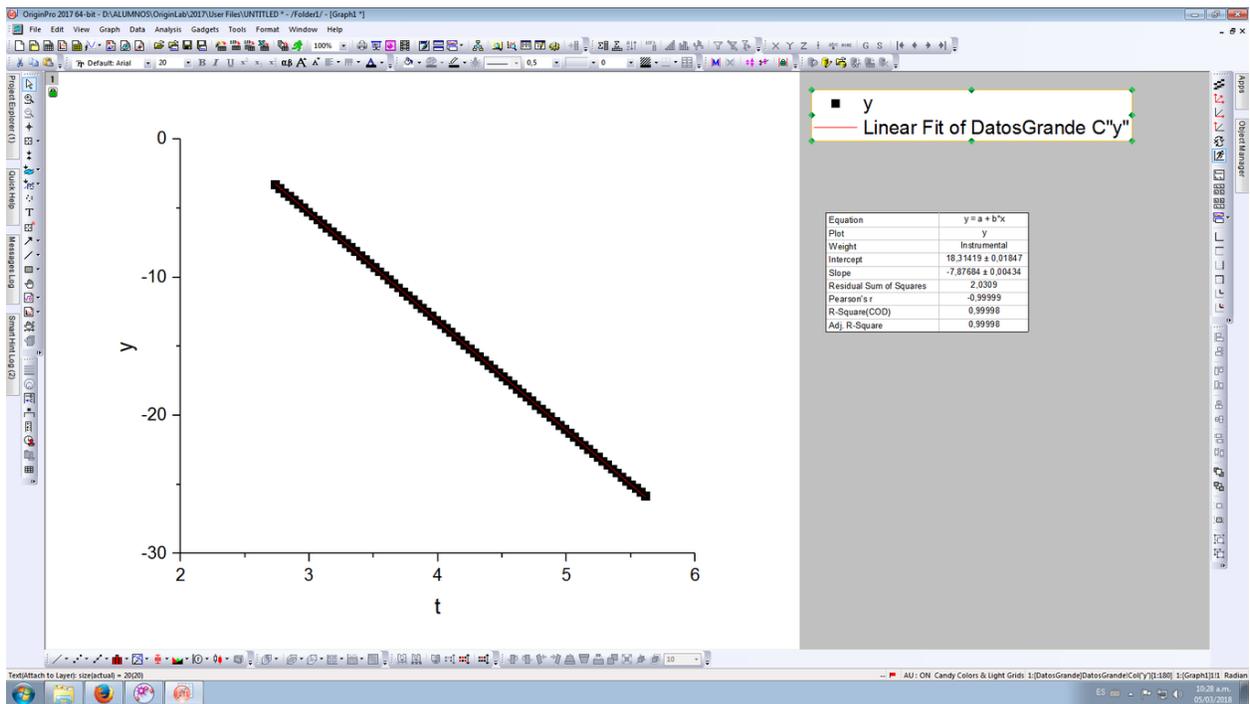


Figure 7: Grafico de posición de la esfera 1 en función del tiempo.