Memoria Densidad

Elisa Casal Gómez - Grupo de laboratorio 1

Índice

1. Objetivos

Saber emplear un *picnómetro* para obtener su volumen y la densidad de líquidos y sólidos; todo ello a partir de un líquido de densidad conocida como lo es el agua. La segunda parte de la práctica tiene como objetivo calcular la viscosidad de diferentes líquidos empleando un viscosímetro.

2. Cálculo del volumen del picnómetro

Dado un líquido de densidad conocida, ρ_0, se puede determinar el volumen del recipiente de forma experimental. Para ello será necesario medir la masa del picnómetro completamente seco y vacío, m_p:

$$m_p = 18,52 \pm 0,02g$$

A continuación se realizan varias medidas, en este caso 10, con el picnómetro completamente lleno del líquido de densidad conocida, ρ_0, que en este caso es agua, por tanto:

$$\rho_0 = 1g/cm^3$$

La masa del picnómetro lleno será m.

La densidad se calculula empleando la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1}$$

Aplicando la Ec.1 al experimento en cuestión y despejando el volumen:

$$V = \frac{m - m_p}{\rho_0} \tag{2}$$

En el cuadro 2 se muestran los datos obtenidos al hacer 10 medidas de la masa del picnómetro lleno de agua. El volumen que se busca será el que se obtiene al aplicar la Ec.2 a la media de las masas medidas, es decir, habría que sustituír m por $\bar{m}$. Estos resultados han de ir acompañados de su correspondiente incertidumbre, cálculo el cual se muestra a continuación del cuadro 2.

Medida	m(g)	s(m) (g)
1	44,025	0,001
2	43,881	0,001
3	43,86	0,001
4	43,853	0,003
5	44,857	0,001
6	43,861	0,001
7	43,871	0,001
8	43,867	0,001
9	43,882	0,001
10	43,908	0,001

Cuadro 1: Masas del picnómetro con agua.

$$\bar{m} = 43,9865\ g$$

Para calcular la incertidumbre de la masa media se hará uso de las siguientes escuaciones:

$$s_A(m) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}(m_i - \bar{m})^2}{n-1}} \tag{3}$$

$$s_A(\bar{m}) = \frac{s_a(m)}{\sqrt{n}} \tag{4}$$

La incertidumbre final de la masa media será mayor que la desviación típica de la media (Ec. 4), ya que cada medida m_i está afectada por una incertidumbre de tipo B (la del aparato[1]). Es por eso que la incertidumbre de la masa media viene dada por una incertidumbre combinada s_c, cuya expresión es:

$$s_c(\bar{m}) = \sqrt{[s_a(\bar{m})]^2 + [s_B(m)]^2} \tag{5}$$

Aplicando estas ecuaciones resulta:

$$s_A(m) = 0,05326062753g$$

$$s_A(\bar{m}) = 0,01775354251g$$

$$s_C(\bar{m}) = 0,01786584092g$$

Al aplicar el factor de cobertura (k=2) ocurre que el dato 5 queda fuera del intervalo $[43,367\ g, 44,606\ g]$, de modo que se han calculado las incertidumbres eliminándolo. En consecuecia la media también se ve afectada, quedando: $43,88977778\ g$.

Por tanto: $\bar{m} = 43,890 \pm 0,018g$

En consecuencia la expresión del volumen quedaría:

$$V = \frac{\bar{m} - m_p}{1} \rightarrow Sustituyendo \rightarrow V = 43,890 - 18,52 = 25,37cm^3 = 25,37\ mL \tag{6}$$

Faltaría calcular la incertidumbre correspondiente a V, teniendo en cuenta la incertidumbre de $\bar{m}$ y de m_p. La expresión para calcular $s(V)$ quedaría tal que así:

$$s(V) = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial \bar{m}}\right)^2 s^2(\bar{m}) + \left(\frac{\partial V}{\partial m_p}\right)^2 s^2(m_p)} = \sqrt{\left(\frac{1}{\rho_0}\right)^2 s^2(\bar{m}) + \left(\frac{-1}{\rho_0}\right)^2 s^2(m_p)} \tag{7}$$

$$s(V) = 0,02690724809\ cm^3 \approx 0,027\ cm^3$$

En definitiva, el volumen obtenido experimentalmente es: $V = 25,370 \pm 0,027\ cm^3$

3. Cálculo de densidades.

3.1. Líquidos

Empleando el mismo picnómetro podemos hallar la densidad de un líquido, puesto que el volumen del picnómetro se mantiene constante. La expresión de la densidad sería:

$$\rho' = \frac{m' - m_p}{V} \Rightarrow V = \frac{m' - m_p}{\rho'} \tag{8}$$

Igualando las ecuaciones 8 y 2 se obtiene que:

$$\frac{m' - m_p}{\rho'} = \frac{m - m_p}{\rho_0} \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho_0} = \frac{m' - m_p}{m - m_p} \tag{9}$$

[1]se tomará $s_b(m) = 0,002$

3.1.1. Alcohol

En esta primera sección se calculará la densidad del alcohol (etanol). Para ello se han de realizar 10 medidas de la masa del picnómetro una vez lleno de alcohol (Cuadro 3.1.1). Al igual que antes a partir de $\bar{m_{alc}}$ calcularemos ρ_{alc}, ambos resultados con sus correspondientes incertidumbres. Cabe mencionar que la m que tomaremos será $\bar{m}$, calculada en el apartado anterior. Por tanto la ecuación a emplear para obtener ρ_{alc} será:

$$\frac{\rho_{alc}}{1} = \frac{\bar{m}_{alc} - m_p}{\bar{m} - m_p} \tag{10}$$

Medida	m'(g)	s(m) (g)
1	39,218	0,001
2	39,142	0,001
3	39,102	0,001
4	39,172	0,001
5	39,158	0,001
6	39,167	0,002
7	39,156	0,001
8	39,165	0,002
9	39,144	0,001
10	39,156	0,001

Cuadro 2: Masas del picnómetro con alcohol.

$$\bar{m}_{alc} = 39,158\ g$$

A partir de las ecuaciones 3,4 y 5 calculamos $s_c(\bar{m}_{alc})$. Tras aplicar el factor de cobertura, se ha eliminado el dato correspondiente a la primera medida. El intervalo de confianza es: $[50,073\ g, 50,119\ g]$

$$s_A(m_{alc}) = 0,02098213526\ g$$
$$s_A(\bar{m}_{alc}) = 0,006994045086\ g$$
$$s_C(\bar{m}_{alc}) = 0,007274384281\ g$$

Al haber eliminado un dato tras aplicar el factor de cobertura hay que volver a calcular la media, el resultado final es: $\bar{m}_{alc} = 39,151333...\ g/cm^3$

En consecuencia, $\bar{m}_{alc} = 39,1513 \pm 0,0073 g/cm^3$

Sustituyendo los datos calculados en la Ec.10:

$$\rho_{alc} = \frac{39,1513 - 18,52}{43,890 - 18,52} = 0,8132163973\ g/cm^3$$

Ahora hay que calcular la incertidumbre correspondiente a ρ_{alc} a partir de la siguiente expresión:

$$s(\rho_{alc}) = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho_{alc}}{\partial \bar{m}}\right)^2 s^2(\bar{m}) + \left(\frac{\partial \rho_{alc}}{\partial m_p}\right)^2 s^2(m_p) + \left(\frac{\partial \rho_{alc}}{\partial \bar{m_{alc}}}\right)^2 s^2(\bar{m}_{alc})} \tag{11}$$

$$s(\rho_{alc}) = \sqrt{\left(\frac{-(\bar{m}_{alc} - m_p)}{(\bar{m} - m_p)^2}\right)^2 s^2(\bar{m}) + \left(\frac{-(\bar{m} - m_p) + (\bar{m}_{alc} - m_p)}{(\bar{m} - m_p)^2}\right)^2 s^2(m_p) + \left(\frac{1}{\bar{m} - m_p}\right)^2 s^2(\bar{m}_{alc})}$$

Aplicando la ecuación 11 se obtiene:

$$s(\rho_{alc}) = 0,00066133954\ g/cm^3$$

Tomando dos cifras significativas para la incertidumbre se obtiene finalmente: $\rho_{alc} = 0,81322 \pm 0,00066\ g/cm^3$

La denisdad real del alcohol etílico es: $\rho = 0,789\ g/cm^3$, el resultado obtenido experimentalmente es bastante próximo, aunque en el rango que abarca no se inclute el valor real de la densidad del alcohol.

3.1.2. Acetona

Empleando exactamente el mismo procedimiento que para el alcohol se puede hallar la densidad de la acetona, ρ_{ac}.

Medida	m'(g)	s(m) (g)
1	38,735	0,001
2	38,760	0,003
3	38,759	0,001
4	38,763	0,001
5	38,775	0,001
6	38,780	0,001
7	38,799	0,001
8	38,797	0,001
9	38,774	0,001
10	38,794	0,002

Cuadro 3: Masas del picnómetro con acetona.

$$\bar{m}_{ac} = 38,7736g$$

$$s_A(m_{ac}) = 0,0201450297151g$$

$$s_A(\bar{m}_{ac}) = 0,006370417743g$$

$$s_C(\bar{m}a_c) = 0,006676992004g$$

En este caso todos los datos caen dentro del intervalo de confianza, $[38,733\ g, 38,814\ g]$
Por tanto: $\bar{m}_{ac} = 38,7736 \pm 0,0067g$

Ahora para calcular ρ_{ac} hay que aplicar la Ec.10, pero en lugar de la masa de alcohol habrá que poner la masa de acetona.

$$\rho_{ac} = \frac{38,7736 - 18,52}{43,890 - 18,52} = 0,7983287347g/cm^3$$

Por último, para calcular la incertidumbre correspondiente a la densidad de la acetona se aplicará la Ec.11, sustituyendo, evidentemente, la densidad y la masa del alcohol por las de la acetona.

$$s(\rho_{ac}) = 0,00064485235g/cm^3$$

En definitiva: $\rho_{ac} = 0,79833 \pm 0,00064\ g/cm^3$

El valor real de la densidad de la acetona es de: $\rho = 0,784\ g/cm^3$, los valores no están excesivamente lejos pero el rango dado por la incertidumbre no abarca la densidad real de la acetona. Los valores de la masa del picnómetro lleno de acetona son muy parecidos, de hecho, no fue neccesario eliminar ningún dato al aplicar el factor de cobertura. Es por esta razón que la leve disparidad se debe quizás a la masa del picnómetro o a que lo que se midió no era solamente acetona ya que es posible que quedase algún resto de alcohol o agua, a pesar de haber enjuagado el picnómetro.

3.2. Sólido

A partir de un líquido de densidad conocida (en este caso agua) se puede obtener la densidad de un sólido, siempre y cuando el sólido no sea soluble en agua.

3.2.1. Plomo

Para este apartado serán necesarias unas pequeñas esferas de plomo, de masa $m_s = 6,844 \pm 0,001g$. Si introducimos estas bolitas en el picnómetro y lo llenamos completamente con agua la masa total, m_T, sería:

$$m_T = m_p + m_s + \rho_0(V - V_s) \Rightarrow m_T = m_p + m_s + \rho_0 \left(V - \frac{m_s}{\rho_s} \right) \tag{12}$$

Puesto que el picnómetro es el mismo $V = cte$, por tanto podemos despejar V de la Ec. 12 e igualar a la Ec. 2, obteniendo así la siguiente relación:

$$\frac{\rho_s}{\rho_0} = \frac{m_s}{m_s + m - m_T} \tag{13}$$

Al haber realizado varias medidas (en concreto 10) la masa m que se utilizará será $\bar{m}$ y, de igual forma, m_T será $\bar{m}_T$.

La siguiente tabla muestra los datos recogidos al medir 10 veces el picnómetro lleno de agua y con las bolitas previamente pesadas. Es importante que al vaciar el agua entre medida y medida no se caiga niguna de las pequeñas esferas.

Medida	$m_T(g)$	s(m) (g)
1	50,086	0,001
2	50,101	0,002
3	50,090	0,002
4	50,090	0,001
5	50,080	0,001
6	50,099	0,001
7	50,096	0,001
8	50,106	0,001
9	50,088	0,001
10	50,120	0,002

Cuadro 4: Masas del picnómetro con agua y esferas de plomo.

$$\bar{m}_T = 50,0956g$$

Al igual que con los líquidos aplicando las ecuaciones 3,4 y 5 se obtiene la incertidumbre de m_T.

$$s_A(m) = 0,008207381501\ g$$

$$s_A(\bar{m}_T) = 0,002735793834\ g$$

$$s_C(\bar{m}) = 0,003388888889\ g$$

Los valores recién mostrados se obtuvieron tras aplicar el factor de cobertura y eliminar el último dato, puesto que quedaba fuera del intervalo de confianza, $[50,073\ g, 50,119\ g]$. La media sería, $\bar{m}_T = 50,09288889\ g$

En consecuencia: $\bar{m}_T = 50,0929 \pm 0,0034g$

A continuación, para calcular la densidad del plomo ha de aplicarse la Ec. 13.

$$\frac{\rho_s}{1} = \frac{6,884}{6,884 + 43,890 - 50,0929} = 10,10717956\ g/cm^3$$

Finalmente, habría que emplear el método de propagación de incertidumbres para calcular la incertidumbre de la densidad del plomo, ρ_s. Esta incertidumbre vendrá dada por la siguiente expresión:

$$s(\rho_s) = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho_s}{\partial \bar{m}}\right)^2 s^2(\bar{m}) + \left(\frac{\partial \rho_s}{\partial \bar{m}_T}\right)^2 s^2(\bar{m}_T) + \left(\frac{\partial \rho_s}{\partial m_s}\right)^2 s^2(m_s)} \tag{14}$$

$$s(\rho_s) = \sqrt{\left(\frac{-m_s}{(m_s + \bar{m} - \bar{m}_T)^2}\right)^2 s^2(\bar{m}) + \left(\frac{m_s}{(m_s + \bar{m} - \bar{m}_T)^2}\right)^2 s^2(\bar{m}_T) + \left(\frac{\bar{m} - \bar{m}_T}{(m_s + \bar{m} - \bar{m}_T)^2}\right)^2 s^2(m_s)}$$

Aplicando la Ec. 14 se obtiene:

$$s(\rho_s) = 0,09327148776\ g/cm^3$$

En consecuencia, $\rho_s 10,107 \pm 0,093\ g/cm^3$

La densidad real del plomo es de $11,35\ g/cm^3$, el valor obtenido experimentalmente dista más de $1\ g/cm^3$ del dato de densidad real del plomo. Tras aplicar el factor de cobertura hubo que eliminar un dato, lo cual puede indicar que hay algunas medidas imprecisas; quizás por no llenar hasta el tope el picnómetro. Otra posibilidad es que las esferas que se pesaron no sean íntegramente de plomo, sino de alguna aleación con otro material.

4. Viscosidad

La viscosidad es una característica de cada líquido que mide la resistencia de cada sustancia a las deformaciones. Cuanto más viscoso sea un líquido mayor resistencia ofrece. A una mayor viscosidad menor es la tendencia a fluir.

4.1. Cálculo de la constante del viscosímetro

La viscosidad de un líquido, η_i, es direcatamente proporcional a la constante del viscosímetro, a la densidad (ρ_i) del líquido y al tiempo que tarda en descender por el viscosímetro.

$$\eta_i = K * \rho_i * tiempo \tag{15}$$

Conociendo el coeficiente de viscosidad del agua a la temperatura de trabajo se puede obtener la constante,K, del viscosímetro. En este caso: $T = 19,5 \pm 0,5^{\text{o}}$. La constante de viscosidad del agua se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$ln\left(\frac{\eta_{ag}}{\eta_{20}}\right) = \frac{1,2348(20 - T) - 0,001467(T - 20)^2}{T + 96} \tag{16}$$

Donde T es la temperatura del líquido (aproximadamente la del entorno) y $\eta_{20} = \eta_{agua}$ a una temperatura de 20º. $\eta_{20} = 0,01$ *poise*

Tomando exponenciales en la Ec.16 es posible despejar el coeficiente de viscosidad del agua a $19,5 \pm 0,5$º.

$$\eta_{ag} = e^{\frac{1,2348(20-T)-0,001467(T-20)^2}{T+96}} * \eta_{20} \tag{17}$$

$$\eta_{ag} = 0{,}010053565746397852 \; poise$$

Haciendo propagación de incertidumbres se obtiene la incertidumbre de η_{ag}. Puesto que η_{20} es una constante la única variable a tener en cuenta es la temperatura, de modo que la incertidumbre de η_{ag} sería:

$$s(\eta_{ag}) = \sqrt{\left(\frac{\partial \eta_{ag}}{\partial T}\right)^2 s^2(T)} \tag{18}$$

$$s(\eta_{ag}) = 0,00005390953 \; poise$$

Expresando los resultados con sus correspondientes cifras significativas: $\eta_{ag} = 0,010054 \pm 0,000054$ *poise*.

Para obtener el valor de la constante, K, hay que medir el tiempo que tarda el agua en descender desde la primera marca del viscosímetro hasta la segunda. Serían los puntos a y b de la figura mostrada a continuación.

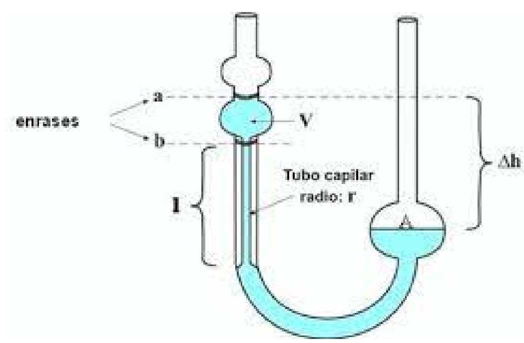

Figura 1: Esquema de un viscosimetro

La siguiente tabla muestra los tiempos, t_{ag}, que tarda el agua en descender por el viscosímetro:

Medida	$t_{ag}(s)$	$s(t_{ag})(s)$
1	148,50	0,25
2	150,62	0,25
3	150,72	0,25
4	150,10	0,25
5	149,62	0,25
6	149,78	0,25
7	150,88	0,25
8	150,62	0,25
9	150,50	0,25
10	150,06	0,25

Cuadro 5: Tiempos agua.

Para emplear la ecuación 15 es necesario hallar previamente la media del tiempo con su correspondiente incertidumbre.

$$\bar{t}_{ag} = 150,14\ s$$

La incertidumbre ($s_c(t_{ag})$) se obtiene a partir de las expresiones 3,4 y 5. Ver nota 2.[2].

$$s_A(t_{ag}) = 0,4449094789\ s$$
$$s_A(\bar{t_{ag}}) = 0,1483031596\ s$$
$$s_c(\bar{t}_{ag}) = 0,2906782193\ s$$

Tras aplicar el factor de cobertura (k=2) el dato 1 quedaba fuera del intervalo; que es: [148,71 s, 151,57 s], y por tanto no se tuvo en cuenta a la hora de realizar los cálculos recién mostrados. Evidentemente el valor de la media al quitar un dato no es el mismo, la media correcta sería: $\bar{t}_{ag} = 150,3222222s$

Considerando dos cifras significativas para la incertidumbre: $tiempo_{ag} = 150,32 \pm 0,29s$

Sustituyendo los datos obtenidos para el agua y aplicando la Ec. 15 se extrae:

$$0{,}010054 = K * 1 * 150,32 \Rightarrow K = 6,688398 * 10^{-5}\ \frac{poise * cm^3}{g * s}$$

Para completar el cálculo de la constante del viscosímetro es pertinente hallar su incertidumbre mediante propagación de incertidumbres, para ello hay que emplear la siguiente ecuación:

$$s(K) = \sqrt{\left(\frac{\partial K}{\partial \bar{t}_{ag}}\right)^2 s^2(\bar{t}_{ag}) + \left(\frac{\partial K}{\partial \eta_{ag}}\right)^2 s^2(\eta_{ag})} = \sqrt{\left(\frac{-\eta_{ag}}{(t_{ag})^2}\right)^2 s^2(t_{ag}) + \left(\frac{1}{t_{ag}}\right)^2 s^2(\eta_{ag})} \tag{19}$$

$$s(K) = 0,0000003817\ \frac{poise * cm^3}{g * s}$$

Se concluye por tanto: $K = 0,00006688 \pm 0,00000038\ \frac{poise*cm^3}{g*s}$

4.2. Viscosidad de la acetona

Una vez hallada la constante del viscosímetro es posible hallar el coeficiente de viscosidad dinámica de líquidos cuya densidad conocemos. Para obtener este coeficiente se empleará la Ec. 15, haciendo previamente el tratamiento estadístico de los datos con el objetivo de obtener el tiempo medio de cada sustancia. Para los siguientes líquidos el procedimiento a seguir es el mismo que con el agua, es decir, cronometrar 10 veces el tiempo que tarda cada una de la sustancia es descender la distancia entre los enrases del viscosímetro.

[2] La incertidumbre de tipo B empleada será el tiempo de reacción medio de un humano ante un estímulo visual, que es 0,25 s

Medida	t$_{ac}(s)$	s(t$_{ac})(s)$
1	82,69	0,25
2	80,65	0,25
3	83,63	0,25
4	81,72	0,25
5	82,13	0,25
6	81,81	0,25
7	82,00	0,25
8	84,97	0,25
9	82,88	0,25
10	82,88	0,25

Cuadro 6: Tiempos acetona.

$$\bar{t}_{ac} = 82,536\ s$$

A partir de las ecuaciones 3,4 y 5 es posible obtener la incertidumbre correspondiente al tiempo medio, en este caso:

$$s_A(t_{ac}) = 0,8660991732\ s$$
$$s_A(\bar{t_{ac}}) = 0,2886997244\ s$$
$$s_c(\bar{t}_{ac}) = 0,3818998964\ s$$

Tras aplicar el factor de cobertura (k=2) el dato 8 quedaba fuera del intervalo y por tanto no se tuvo en cuenta a la hora de realizar los cálculos. El intervalo obtenido es [80,17 s, 84,90 s]. Evidentemente el valor de la media al quitar un dato no es el mismo, la media correcta sería: $\bar{t}_{ac} = 82,26555556\ s$

En definitiva, $\bar{t}_{ac} = 82,27 \pm 0,38\ s$

Una vez obtenido el valor del tiempo medio junto con su incertidumbre es posible calcular la viscosidad de la acetona empleando la Ec. 15.

$$\eta_{ac} = 0,00006688 * 0,79833 * 82,27 = 0,00439258537\ poise.$$

La incertidumbre del coeficiente dinámico de viscosidad de la acetona se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$s(\eta_{ac}) = \sqrt{\left(\frac{\partial\eta_{ac}}{\partial K}\right)^2 s^2(K) + \left(\frac{\partial\eta_{ac}}{\partial\rho_{ac}}\right)^2 s^2(\rho_{ac}) + \left(\frac{\partial\eta_{ac}}{\partial\bar{t}_{ac}}\right)^2 s^2(\bar{t}_{ac})} \tag{20}$$

$$s(\eta_{ac}) = \sqrt{(\rho_{ac} * t_{ac})^2 s^2(K) + (K * t_{ac})^2 s^2(\rho_{ac}) + (\rho_{ac} * K)^2 s^2(t_{ac})}$$

$$s(\eta_{ac}) = 0,00003235648\ poise.$$

Por tanto: $0,004393 \pm 0,000032\ poise$

El valor de la viscosidad de la acetona es de $\eta = 0,0032\ poise$, valor el cual está considerablemente lejos del valor obtenido experimentalmente. La práctica depende el tiempo de reacción de un humano, esto podría ser la razón de la diferencia entre el valor obtenido y el real.

4.3. Viscosidad del alcohol

Medida	$t_{al}(s)$	$s(t_{al})(s)$
1	283,35	0,25
2	282,88	0,25
3	280,59	0,25
4	280,78	0,25
5	281,06	0,25
6	280,56	0,25
7	282,35	0,25
8	281,69	0,25
9	282,47	0,25
10	284,88	0,25

Cuadro 7: Tiempos alcohol.

$$\bar{t}_{ac} = 282,061\ s$$

Procediendo exactamente igual que en el apartado anterior se obtiene:

$$s_A(t_{al}) = 1,054606298\ s$$

$$s_A(\bar{t})_{al} = 0,3515354328\ s$$

$$s_c(\bar{t}_{al}) = 0,4313666196\ s$$

Tras aplicar el factor de cobertura (k=2) el dato 10 quedaba fuera del intervalo y por tanto no se tuvo en cuenta a la hora de realizar los cálculos. El intervalo de confianza es: [279,25 s, 284,87 s] Evidentemente el valor de la media al quitar un dato no es el mismo, la media correcta sería:
$\bar{t}_{al} = 281,7477778\ s$

Por tanto: $\bar{t}_{al} = 281,75 \pm 0,43 s$
Una vez obtenido el valor del tiempo medio junto con su incertidumbre es posible calcular la viscosidad de la acetona empleando la Ec. 15.

$$\eta_{ac} = 0,00006688 * 0,81322 * 281,75 = 0,01532386228\ poise.$$

La incertidumbre de η_{al} se calcula mediante la Ec. 20 intercambiando los datos de la acetona por los datos del alcohol.

$$s(\eta_{al}) = 0,00009100339\ poise.$$

En definitiva, $\eta_{al} = 0,015324 \pm 0,000091\ poise.$

El valor real del la viscosidad del alcohol es $\eta = 0,012\ poise$. El valor obtenido experimentalmente es cercano pero el rango que abarca la incertidumbre no contiene a la viscosidad real. La diferencia es menor que la que se obtuvo anteriormente con la acetona. De nuevo, el principal problema pudo ser que el experimento depende del timepo de reacción de un ojo humano.