



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – ENERO DE 2010

“DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL NÚMERO DE AVOGADRO CON PRIMERO DE BACHILLERATO”

AUTOR JAVIER RUIZ HIDALGO
TEMÁTICA QUÍMICA GENERAL
ETAPA BACHILLERATO

Resumen

En el presente trabajo, pretendemos determinar de forma experimental en número de Avogadro, partiendo de una capa monoatómica de moléculas de ácido oleico (en su lugar sólo aceite). Calculamos el volumen de una molécula de ácido oleico, el número de moles presentes en la capa monomolecular y con estos dos datos el número de Avogadro.

Palabras clave

Número de Avogadro, ácido oleico, Un vaso de precipitados, matraz aforado, pinzas de bureta, bureta, volumen molecular, etanol, cristizador, ley de los volúmenes de combinación, teoría atómica de Dalton y capa monomolecular.

1. INTRODUCCIÓN

En número ad Avogadro es un número de referencia en toda la Ciencia Química, de manera que su importancia está fuera de duda. Para la determinación experimental de este número se puede recurrir a diversos experimentos.

En el presente trabajo vamos a proponer, como obtener el número de Avogadro, calculando el número de moléculas que puede haber en una capa de ácido oleico, (aceite).

El descubrimiento del número de Avogadro supuso una prueba definitiva a favor tanto de la teoría atómica de Dalton como de la ley de los volúmenes de combinación de Gay-Lussac.

Pero en tiempos de Avogadro no se le dio a este número la importancia que en realidad tienen para la química, no fue hasta que Cannizzaro (50 años después) interpreta correctamente su significado así como su aplicación.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – ENERO DE 2010

El número de partículas (moléculas, iones, átomos, etc.) que hay en un mol de cualquier sustancia, siempre es $6,023 \times 10^{23}$ independientemente del estado de agregación de la materia en que pueda presentarse.

Precisamente $6,023 \times 10^{23}$ es el número de Avogadro.

Realizando ensayos de muy diversa índole, siempre llegamos a la obtención de este número que es el número de Avogadro $6,023 \times 10^{23}$.

En el presente trabajo experimental vamos a emplear aceite de oliva y vamos a hacer la consideración de que es ácido oleico puro. Esto no deja de ser una aproximación y como tal repercutirá en un cierto error en el resultado.

2. MATERIAL NECESARIO

Para la realización del presente trabajo experimental, vamos a necesitar el siguiente material de laboratorio:

- Un vaso de precipitados
- Una balanza
- Una regla
- Un matraz aforado de 500 ml
- Un cristalizador grande
- Un mortero
- Dos soportes
- Pinzas de bureta
- Dos buretas

3. REACTIVOS

Para la realización del presente trabajo experimental, vamos a necesitar los siguientes productos químicos:

- Etanol
- Agua destilada
- Aceite de oliva
- Polvos de talco



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 26 – ENERO DE 2010

4. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

En el presente trabajo experimental, vamos a realizar muchas medidas, y con ellas habrá que hacer muchos cálculos, por eso hay que hacer hincapié en que hay que tener mucho cuidado con estos cálculos, para evitar en lo posible que los errores se puedan ir acumulando, y que al final el número obtenido se aleje bastante del número de Avogadro.

Seguidamente vamos a detallar los pasos del método experimental a seguir, y junto a cada paso voy a incluir los valores de las correspondientes medidas, así como los cálculos realizados, para que se entienda mejor todo el proceso.

Los pasos que debemos seguir los podemos esquematizar de la forma siguiente:

- Se coloca una bureta, anclada a un soporte, mediante las pinzas de sujeción de bureta (dos pinzas de sujeción).
- Se vierte un determinado volumen de aceite en la bureta.
- En un vaso de precipitados, colocamos unas 250 gotas de aceite (utilizando para ello la bureta), y medimos la masa de esas 250 gotas de aceite. Para medir esta masa pesamos primero el vaso de precipitados vacío y después con las 250 gotas, posteriormente procedemos a calcular la diferencia entre ambos valores, y esa diferencia es la masa de las 250 gotas de aceite.

$$m_{\text{aceite}} = 10,3 \text{ g de 250 gotas de aceite}$$

- Seguidamente calculamos la masa que debe tener cada gota, dividiendo la masa anterior entre 250.

$$m_{\text{aceite}} = 0,0412 \text{ g de 1 gota de aceite}$$

- Anotamos tanto la masa de las 250 gotas (que la hemos pesado) de aceite como su volumen (que podemos leerlo directamente en la bureta).

$$V_{\text{aceite}} = 11,6 \text{ ml de 250 gotas de aceite}$$

- Seguidamente calculamos el volumen que debe tener cada gota, dividiendo el volumen anterior entre 250.

$$V_{\text{aceite}} = 0,0464 \text{ ml de 1 gota de aceite}$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – ENERO DE 2010

- En el matraz aforado de 500 ml echamos 1 gota de aceite.
- Añadimos al matraz aforado 150 ml de etanol y procedemos a la disolución del aceite en el etanol.
- Cuando la disolución del aceite haya concluido totalmente, procedemos a añadir más etanol hasta enrasar el matraz aforado.
- Preparamos una nueva bureta colocándola anclada a un soporte mediante las pinzas de anclaje correspondientes.
- La disolución presente en el matraz aforado la pasamos a la segunda bureta.
- Repitiendo el método operativo anterior, tomamos 250 gotas de la disolución de etanol y de aceite. Seguidamente calculamos la masa y el volumen de una gota de la disolución de aceite y etanol.

$$V_{\text{matraz}} = 500 \text{ ml}$$

$$\text{Masa de aceite añadido a la disolución la de una gota} = 0,0424 \text{ g}$$

$$\text{Volumen de aceite añadido a la disolución de una gota} = 0,0464 \text{ ml}$$

$$\text{Volumen de disolución que tienen las 250 ml gotas de la disolución} = 11,2 \text{ ml}$$

$$V_{\text{disol}} = \text{Volumen gastado de la bureta} / \text{nº gotas} = 11,2 \text{ ml} / 250 \text{ gotas} = 0,0448 \text{ ml} / \text{gota}$$

$$d_{\text{aceite}} = 0,89 \text{ g} / \text{ml}$$

$$m_{\text{disol}} = V_{\text{disol}} \times d_{\text{aceite}} = 0,0448 \text{ ml} / \text{gota} \times 0,89 \text{ g} / \text{ml} = 0,0399 \text{ g} / \text{gota}$$

- La concentración de aceite en la disolución de aceite y etanol es la siguiente

$$[\text{aceite}] = 0,0464 \text{ ml aceite} / 500 \text{ ml disolución} = 0,0000928 \text{ ml aceite/ml disol}$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – ENERO DE 2010

- Tomamos el cristalizador grande, le echamos agua hasta una altura aproximada de 1 centímetro, esperamos a que el agua esté completamente en reposo.
- Con el mortero, procedemos a moler los polvos de talco hasta que sus partículas sean lo más finas posibles.
- Añadimos un poco de polvos de talco sobre el agua del cristalizador grande, hasta que el agua quede con una fina capa de polvos de talco sobre ella.
- Esperamos de nuevo a que los polvos de talco sobre el agua en el cristalizador recuperen de nuevo el reposo.
- Añadimos una gota de la disolución de etanol y aceite sobre el cristalizador (que contiene agua con una fina capa de polvos de talco en su superficie). La disolución arrastra los polvos de talco de forma radial formando un círculo.
- Con la regla tratamos de medir el diámetro del círculo, sin tocar el cristalizador, ni el líquido, y a ser posible no nos apoyaremos en la mesa. Tomar varios valores para poder calcular un valor promedio.

El diámetro promedio ha sido de 1,8 cm

- La superficie del círculo se obtiene con la siguiente fórmula geométrica:

$$S = (\pi D^2) / 4$$

Teniendo en cuenta que el diámetro medido es de 1,8 cm, aplicando la fórmula anterior, obtenemos el siguiente valor para el área del círculo.

$$S = (\pi D^2) / 4 = (\pi 1,8^2) / 4 = 2,54 \text{ cm}^2$$

- El volumen de aceite (ácido oleico) que hay en una gota de la disolución de aceite y etanol se calcula de la siguiente manera:

$$V_{\text{disol}} = 0,0448 \text{ ml/gota disol} \times 0,0000923 \text{ ml aceite/ml disol} = 0,0000043 \text{ ml}$$

- La masa de aceite (ácido oleico) que hay en el círculos es:



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – ENERO DE 2010

Densidad del aceite 0,89 g/ml = d_{aceite}

$$m = V_{\text{disol}} \times d_{\text{aceite}} = 0,0000043 \text{ ml} \times 0,89 \text{ g/ml} = 0,0000038 \text{ g}$$

- Consideramos que la molécula del ácido oleico (aceite) es un cubo, el círculo está formado por una capa monomolecular de aceite, por lo que el círculo en realidad es un cilindro de altura la longitud del cubo anterior, y esa longitud es el espesor de la molécula de ácido oleico (aceite).

$$V_{\text{disol}} = S \times h$$

$$h = V_{\text{disol}} / S = 0,0000043 \text{ ml} / 2,54 \text{ cm}^2 = 0,00000169 \text{ cm}$$

- Conocemos el volumen del cilindro (es el volumen de aceite que hay en una gota de la disolución de aceite y etanol), conocemos también su diámetro que lo hemos medido con la regla, por eso empleando la fórmula del volumen de un cilindro ($V = \pi r^2 h$) podemos calcular su altura, espesor de la molécula del ácido oleico. También podemos calcular el volumen de la molécula empleando la siguiente fórmula ($V = h^3$) y de esta manera podemos conocer también el número de moléculas añadidas.

$$V_{\text{molécula}} = h^3 = (0,00000169 \text{ cm})^3 = 0,00000000000000000483 \text{ cm}^3$$

$$n^{\circ}_{\text{moléculas}} = \text{Volumen de aceite añadido} / \text{volumen de una molécula}$$

$$n^{\circ}_{\text{moléculas}} = 0,0000043 \text{ cm}^3 / 0,00000000000000000483 \text{ cm}^3 = 890000000000 \text{ moléculas}$$

- Sabiendo la masa de ácido oleico que había en una gota de la disolución de etanol y aceite, así como el peso molecular del ácido oleico, podemos calcular el número de moles de ácido oleico que hemos añadido. Podemos finalmente calcular el número de moléculas que corresponden a un mol de ácido oleico, y este número es el número de avogadro.

$$n^{\circ}_{\text{moles}} = \text{masa de ácido oleico añadida} / \text{peso molecular del ácido oleico}$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – ENERO DE 2010

$$n^{\circ}\text{moles} = 0,0000038 \text{ g} / 282 = 0,00000001347 \text{ moles}$$

$$N^{\circ}\text{Avogadro} = n^{\circ}\text{moléculas} / n^{\circ}\text{moles}$$

$$N^{\circ}\text{Avogadro} = 890000000000 \text{ moléculas} / 0,0000007855 \text{ moles} =$$

$$N^{\circ}\text{Avogadro} = 66000000000000000000 \text{ moléculas/mol calculado}$$

$$N^{\circ}\text{Avogadro} = 60230000000000000000000 \text{ moléculas/mol reales} =$$

$$N^{\circ}\text{Avogadro} = 6,023 \times 10^{23} \text{ moléculas/mol reales}$$

El error cometido podemos considerarlo como aceptable, ya que las medidas realizadas llevan una imprecisión grande, con todo este método se podría afinar bastante si utilizáramos medidas mucho más precisas.

BIBLIOGRAFÍA

- Morcillo, Jesús (1976). Química General. Madrid: Editorial U.N.E.D.
- Bates, SChaefer (1977). Técnicas de Investigación en Química Orgánica Experimental. Madrid: Alambra.
- Brewster, Vanderwerf y Mcewen (1974). Curso de Química Orgánica Experimental. Madrid: Alambra.
- Campbell and McCarthy (1994). Organic Chemistry Experiments, microscale and semi-microscale. Boston: Brooks/Cole.
- Fessenden R. J. and Fessenden J. S. (1993). Organic Laboratory Techniques. Boston: Brooks/Cole.
- Romero, Mo (2002). Enlace Químico y Estructura Molecular. Barcelona: Editorial Calamo Producciones.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – ENERO DE 2010

- Lozano, J.J: (1983). Fundamentos de Química General. Barcelona: Editorial Alambra.
- Morcillo, Jesús (1976). Química General. Madrid: Editorial U.N.E.D.
- Adams, Jonson and Wilcox (1979). Laboratory Experiments in Organic Chemistry. 7ª ed.. Chicago: MacMillan.
- Gutiérrez Ríos, Enrique (1998). Química Inorgánica. Madrid: Reverte
- Lotear, Beyer (2000). Química Inorgánica. Barcelona: Editorial Ariel

Autoría

- Nombre y Apellidos: Javier Ruiz Hidalgo
- Centro, localidad, provincia: IES Américo Castro, Húetor-Tajar, Granada
- E-mail: javierruizh@hotmail.com