

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL NUMERO DE AVOGADRO

OBJETIVO

El número de Avogadro se ha determinado por varios procedimientos. En la presente práctica vamos a determinarlo calculando el número de moléculas que hay en una capa monomolecular de ácido oleico.

FUNDAMENTO TEORICO

La teoría atómica de Dalton recibió una confirmación definitiva cuando el químico italiano Amedeo Avogadro (1776-1856) enunció su hipótesis, que permitió explicar la ley de Gay-Lussac de los volúmenes de combinación. Esta hipótesis dice: "Volúmenes iguales de todos los gases en las mismas condiciones de presión y temperatura contiene el mismo número de moléculas".

Este principio, que estableció el concepto de átomo y molécula, fue poco conocido y mal acogido por los químicos de la época, olvidándose durante casi 50 años hasta que en 1858 Cannizzaro dio a conocer claramente su significado y aplicación.

El número de moléculas que hay en un mol se denomina número de Avogadro.

Mediante el estudio de láminas delgadas, viscosidad de los gases, movimiento browniano, color azul del cielo, luz emitida por un cuerpo negro incandescente, electrólisis, conductividad eléctrica de los gases, radiactividad, difracción de rayos X, etcétera, se encuentran valores del número de Avogadro muy concordantes.

El valor aceptado del número de Avogadro, determinado por el método de la difracción de rayos X es

$$N = 6,0235 \cdot 10^{23} .$$

MATERIAL NECESARIO

Balanza, dos buretas, matraz aforado de 25 ml, mortero, dos pies, cuatro pinzas de bureta, un recipiente de poca profundidad y gran superficie (superior a 40 cm de lado), regla graduada y dos vasos de precipitados pequeños.

PRODUCTOS QUÍMICOS NECESARIOS

Agua destilada, azufre en polvo o licopodio, ácido oleico y etanol o metanol.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Dado que se han de realizar bastantes cálculos, a medida que vayamos realizando cada medida, hemos de ser cuidadosos con las medidas realizadas y, además, debemos ser ordenados para evitar errores, por ello, a medida que realicemos cada medida la anotaremos en el esquema de cálculo que se ofrece al final.

- 1 - Se coloca en la bureta una cierta cantidad de ácido oleico y se enrasa.
- 2 - Se pesa un erlenmeyer vacío y limpio, sobre él se dejan caer unas cuatrocientas gotas de ácido oleico y se pesa de nuevo. Se anota el volumen gastado y se calcula el volumen y la masa de cada gota de ácido oleico.
- 3 - Se toma un matraz aforado de 25 ml, bien seco y limpio y se le añaden cinco gotas de ácido oleico, y se calcula el volumen y la masa del ácido oleico añadido a este matraz aforado.
- 4 - Se añade después a ese matraz aforado una cierta cantidad de alcohol, agitándolo bien hasta conseguir la disolución completa del ácido oleico, añadiéndole después más alcohol hasta llenar el matraz. Esta disolución se vierte en una bureta y se enrasa.
- 5 - Se deja gotear cuatrocientas gotas de esta disolución alcohólica de ácido oleico y se mide el volumen total para determinar el volumen de cada gota, calculando además el volumen y peso de ácido oleico puro que contiene cada gota.
- 6 - Se toma el recipiente de gran superficie y se le añade agua destilada hasta una altura de uno o dos centímetros, dejándola reposar (es importante que la superficie del agua esté completamente inmóvil)
- 7 - Tomamos una cierta cantidad de azufre en polvo y se muele en un mortero hasta conseguir un polvo muy fino

(si se dispone de licopodio no es necesario molerlo). Se añade una pequeña cantidad de este polvo sobre el agua, ya en reposo, hasta que ésta quede completamente cubierta con una ligera capa, dejandola reposar antes de añadirle la disolución alcohólica de ác. Oleico

8 - Entonces, y sin tocar el recipiente, se deja caer una gota de la disolución alcohólica de ácido oleico, que arrastrará el polvo de azufre hacia el exterior, formando un círculo bastante perfecto.

9 - Se hacen 8 a 10 medidas del diámetro de dicho círculo Es importante no tocar el recipiente cuando se acerque la regla, pues al moverse éste el círculo puede romperse.

De todas las medidas tomadas, se desprecian las dos mayores y las dos menores, y se toma como valor medio del círculo la media aritmética de las restantes medidas.

10 - Si suponemos que las moléculas de ácido oleico son cubos perfectos y que el círculo que se formó está constituido por una capa monomolecular, éste es, en definitiva, un cilindro cuya altura es el espesor de cada molécula.

De este cilindro conocemos su volumen (volumen de ácido oleico añadido con una gota de la disolución alcohólica) y su diámetro, por lo que podemos determinar su altura ($V = \pi r^2 h$) y con ella el volumen de una molécula ($v = h^3$) y así, conoceremos el número de moléculas añadidas.

Además, conociendo los gramos de ácido oleico que tenía la gota añadida y la masa molecular de éste, podemos determinar el número de moles añadidos. Con estos datos, se calcula el número de moléculas que tiene cada mol, que es el número de Avogadro.

CUESTIONES

- 1.- ¿Por qué no se tiene en cuenta el alcohol utilizado como disolvente al medir el diámetro del círculo?.
- 2.- ¿Dónde crees que están las posibles fuentes de error de este método?.
- 3.- ¿Qué error absoluto y relativo hemos cometido?.
- 4.- ¿Qué diferencia hay entre MOL, MOLÉCULA-GRAMO y ÁTOMO-GRAMO?.

CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE AVOGADRO

Ácido oleico puro

- Volumen del recipiente utilizado: _____ mL

A - Peso del recipiente vacío: _____ gramos

B - Peso del recipiente con _____ gotas de ácido oleico: _____ gramos

- **Peso del ácido oleico añadido:.....: B: _____ - A: _____ = _____ gramos**

- Peso de cada gota de ác. Oleico = $\frac{\text{g de ac.oleico}}{\text{N}^\circ \text{ de gotas}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \text{_____ Gramos}$

- Volumen de cada gota de ác. Oleico = $\frac{\text{mL de ac.oleico}}{\text{N}^\circ \text{ de gotas}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \text{_____ ML}$

Disolución alcohólica de ác. Oleico

- Volumen del matraz aforado utilizado: _____ mL

- Ác. Oleico añadido al matraz: _____ gotas = _____ g = _____ mL

- Volumen de cada gota de la disolución alcohólica.

$$V = \frac{\text{Volumen gastado en la bureta}}{\text{numero de gotas}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \frac{\text{mL}}{\text{gota}}$$

Cantidad de ácido oleico puro que hay en una gota de la disolución alcohólica:

$$\text{Cantidad} = \frac{\text{Volumen de una gota de disolución}}{\text{Volumen del matraz aforado}} \cdot \text{Cantidad de ac.oleico añadido}$$

$$\text{MASA:} = \frac{\cdot \frac{\text{mL}}{\text{gota}}}{\cdot \frac{\text{mL}}{\text{matraz}}} \cdot \text{g. de ac.oleico añadido} = \frac{\text{g. ac.oleico}}{\text{gota}}$$

$$\text{VOLUMEN:} = \frac{\cdot \frac{\text{mL}}{\text{gota}}}{\cdot \frac{\text{mL}}{\text{matraz}}} \cdot \text{mL de ac.oleico añadido} = \frac{\text{mL ac.oleico}}{\text{gota}}$$

RECIPIENTE DE GRAN SUPERFICIE

- Nº de gotas de disolución alcohólica añadidas: _____ gotas

- Volumen de ác. Oleico añadido = _____ gotas $\cdot \frac{\text{mL ac.oleico}}{\text{gota}} =$ _____ mL

- Masa de ác. Oleico añadida = _____ gotas $\cdot \frac{\text{g ac.oleico}}{\text{gota}} =$ _____ g

Diámetro del círculo formado:

d =										
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

$$\text{Valor medio} = \frac{\sum d}{n} = \text{_____ cm}; \quad \text{RADIO: } r = \frac{d}{2} \text{_____ cm}$$

CÁLCULO DEL NÚMERO DE AVOGADRO

Cálculo del espesor de la capa de ác. Oleico: (h)

$$\text{Volumen del ác. Oleico añadido: } V = \pi \cdot r^2 \cdot h; \quad h = \frac{\text{Volumen ac oleico añadido}}{\pi \cdot r^2} = \text{_____ mL}$$

$$\text{Volumen de una molécula de ác. Oleico} = h^3 = \text{_____ cm}^3$$

$$\text{Nº de moléculas de ác.Oleico añadidas} = \frac{\text{Volumen de ac.oleico añadido}}{\text{Volumen de una molecula}} = \text{_____ molec.}$$

$$\text{Nº de moles de ác. Oleico añadidas} = \frac{\text{Masa de ac.oleico añadida}}{\text{Pm del ac.oleico}} = \text{_____ moles}$$

$$\text{Nº DE AVOGADRO} = \frac{\text{Nº de moleculas}}{\text{Nº de moles}} = \text{_____} =$$

$$N = \text{_____} \frac{\text{moleculas}}{\text{Mol}}$$