

R. LUNA NOGUERAS

3886

PROBLEMAS DE QUÍMICA



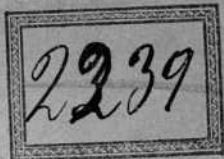
6

VALLADOLID  
EDITORIAL VIUDA DE MONTERO  
FERRARI, 4 & 6

3886

#128166  
C.D./052270

Ls. 1506



3886



DEPOSITO



10000352270



3 8 8 6

# PROBLEMAS DE QUÍMICA PRÁCTICA





R. 111344

PROBLEMAS  
DE  
QUÍMICA PRÁCTICA

POR  
RAFAEL LUNA NOGUERAS

Catedrático de Química general de la Universidad  
de Valladolid

*Obra muy favorablemente informada por la R. A. de Ciencias  
y por el Consejo de Instrucción Pública*

2.<sup>a</sup> EDICIÓN CORREGIDA Y AUMENTADA

VALLADOLID  
IMP. Y LIB. DE LA VDA. DE J. MONTERO

1915



**ES PROPIEDAD DEL AUTOR**

Los ejemplares legítimos están  
contraseñados.



## PRÓLOGO

---

*«La Química en su aspecto práctico es bastante compleja y entraña verdaderas dificultades. Para trabajar con provecho, la habilidad y paciencia prestan un buen servicio y como regla general se tendrá muy presente en todo caso, que la inteligencia ha de intervenir antes que las manos, trazando el plan que se debe desarrollar hasta conseguir lo deseado. Es decir; antes de llegar al trabajo manual, se necesita adquirir conocimientos que en todo momento aseguren la ilustración suficiente para interpretar lo que se hace y bajo este concepto, nada tan útil como saber dar solución á los problemas que en variada forma surgen como preliminares de los trabajos unas veces, en la marcha de ellos otras ó bien al finalizar, para reducir á números y definir concretamente los resultados de la investigación.»*

*«Atendiendo á consideraciones de otro orden, se ve también fácilmente la utilidad de los problemas. En efecto: su resolución se funda de ordinario en leyes, como datos intervienen constantes de diferentes órdenes; el desarrollo obliga á escribir fórmulas y reacciones; etcétera, etc., y por consiguiente constituyen una gimnasia intelectual vigorosa que ayuda á retener las leyes fundamentales, fijando sin esfuerzo nociones y*

*datos que en otra forma serían asimilados con dificultad.»*

*«Discurriendo acerca de las consideraciones anteriores, concebimos la idea de componer este librito, dedicado exclusivamente á la exposición de los conocimientos generales que sirven de base para resolver los problemas más frecuentes en los cursos elementales de Química, dando como parte aplicada, una colección de éstos, cuyo planteo y marcha pueden servir de guía para el desarrollo de otros análogos.»*

*Transcritos los anteriores párrafos del prólogo que figuraba en la primera edición, debemos consignar que al preparar la segunda, todo el trabajo ha sido objeto de una detenida revisión, corrigiendo los defectos que el tiempo transcurrido había puesto de manifiesto (1). Así, se ha variado el procedimiento con que ciertas cuestiones eran resueltas, dejando por el contrario en su primitiva forma otras, que si bien son susceptibles de modificaciones y abreviación, hemos creído conveniente no tocar pensando en que los procedimientos más rápidos no son siempre los preferibles. En un libro didáctico, deben adoptarse por una parte aquellos que más enseñanza encierran y por otro lado, cuestiones que caen dentro del mismo concepto general y que pueden resolverse por distintos procedimientos, conviene tratarlas en sus diversas formas, para que, en vista del conocimiento completo, pueda seguirse en cada caso el camino que más se adapte á las circunstancias.*

---

*(1) A esta labor han contribuido D. A. Adolfo Melón, Profesor auxiliar de esta Sección de Ciencias y mis queridos y aventajados discípulos D. Vicente y D. Eduardo García Rodeja y D. Alejandro Jiménez Laurel.*

Los aumentos ó adiciones introducidas en la nueva edición son considerables: El capítulo I aparece completado con las fórmulas correspondientes á las variaciones de volumen y presión que los gases experimentan por los cambios de temperatura, entre límites distintos de 0°. En el capítulo II, el apartado IV ha sido redactado de nuevo con mayor extensión y amplitud, en armonía con la indiscutible importancia que en todos los Laboratorios de Química, cualquiera que sea su objeto, tienen los procedimientos volumétricos á base de disoluciones valoradas. Se fija el concepto de éstas; se establece la noción del grado ó factor de normalidad y, siguiendo el criterio sustentado en toda la obra, se ilustra cada punto con ejemplos que alejando todo temor de duda, desvanecen la posibilidad de error.

En la parte especial, ha sido aumentada la colección de problemas razonados con algunos que representan nuevos tipos y aparece una nueva sección, verdadera miscelánea, en la que figura una colección de problemas acompañados de la solución, que además de orientar al que se propone resolverlos respecto á los verdaderos elementos que se trata de calcular ó determinar, le ofrecen la comprobación de su trabajo.

Finalmente, se introducen más datos en algunas tablas, aparecen otras nuevas y termina el libro con una nutrida lista de compuestos minerales y orgánicos que contienen agua de cristalización, concepto que nunca debe olvidarse para poder determinar en cada caso el peso de substancia activa que entra en reacción ó su equivalente del cuerpo cristalizado.

No terminaremos estas líneas sin expresar nuestro reconocimiento á la R. A. de Ciencias y al Consejo

*de Instrucción Pública, por la favorable acogida dispensada á la primera edición de esta obra, no olvidando tampoco á las personas antes consignadas y que tan eficaz ayuda me han prestado en la comprobación de cálculos y revisión de pruebas.*

*Valladolid, Julio de 1913.*

## NOTAS



1.<sup>a</sup> Los numerosos cálculos que este trabajo representa, se han revisado con detenimiento. Si algo pasó inadvertido ó aparece como errata de imprenta, el lector sabrá suplir la deficiencia y agradeceremos sus indicaciones.

2.<sup>a</sup> Siguiendo modernas corrientes, se han adoptado los pesos atómicos referidos al *Oxígeno=16*, pero se atiende donde es preciso al sistema *Hidrógeno=1* que aún está en uso. De igual manera y con el mismo grado de exactitud, se resuelven las cuestiones en ambos sistemas.

3.<sup>a</sup> Los pesos atómicos utilizados en todo el libro, son los que figuran en la Tabla internacional para 1908, que ya sirvió de base á la primera edición y que en la sección correspondiente (véase Tablas) se encuentra en primer lugar, ordenada según criterio que en la nota 4.<sup>a</sup> se indica para la de 1915. La variación de estos datos imponía necesariamente la rectificación de casi toda la parte numérica del libro, labor que no se ha estimado de imprescindible realización porque sobre ser ardua, resultaría infructuosa casi en absoluto. En efecto: el objeto principal, por no decir exclusivo, de un libro de esta naturaleza, es poner de manifiesto el mecanismo y los recursos que pueden utilizar el estudiante y el químico, para resolver las cuestiones generales que en el curso ó desarrollo de un trabajo práctico se pueden presentar. Conocido el método ó camino que debe seguirse, los números son lo de menos, porque están expuestos á rectificaciones que nuevos experimentadores imponen; tal ocurre de continuo con las constantes físicas de los cuerpos y con los mismos pesos atómicos, dotados tan sólo de valor oficial durante un año, desde que funciona la Comisión internacional encargada de la revisión de cuantos trabajos se publican respecto al particular.

4.<sup>a</sup> Para aquellos de nuestros lectores que deseen introducir en los cálculos los nuevos pesos atómicos, antes del cuerpo de la obra figura

la Tabla de la Comisión internacional para 1913 dispuesta por orden alfabético de símbolos, según acuerdo de la citada Comisión, para que resulte independiente de las variantes que en las diferentes lenguas existen respecto de los nombres de los cuerpos simples, ya que los símbolos son universales. (Anales de la Sociedad española de Física y Química. n.º 97-Noviembre 1912).

5.ª Entre las obras que se han consultado para tomar datos ú orientaciones, merecen especial mención las siguientes:

H. Erdmann.—*Lehrbuch der anorgan. Chemie.*

J. C. Foye.—*Chemical problems.*

H. Franzen.—*Gasanalytische Übungen*

W. J. Hale.—*The calculations of general chemistry.*

A. Haller et Ch. Girard.—*Memento du chimiste.*

A. F. Holleman.—*Lehrbuch der Chemie.*

M. A. Joanis.—*Cours elementaire de Chimie.*

A. M. Kellas.—*Introduction to Practical chemistry.*

L. L. Koninck.—*Lehrbuch der qualit. und quantit. chemischen Analyse.*

L. Maquenne.—*Travaux pratiques et manipulations de Chimie.*

J. C. Olsen.—*Chemical annual Van Nostrand's.*

J. J. Pilley.—*Chemical laws and arithmetical problems.*

M. Richter.—*Leitfaden der Allgemeinen chemie un der elektrochemie.*

Ch. Riviere.—*Problèmes de physique et de chemie.*

*Tables annuelles de constantes et donnés numeriques de Chimie, de Physique et de Technologie.*

F. P. Treadwell.—*Kurzes Lehrbuch der analyt. Chemie.*

H. L. Wells.—*A Text-Book of chemical arithmetic.*

Ad. Wurtz.—*Dictionnaire de Chimie pure et appliquée.*

# Tabla internacional de los pesos atómicos para 1913

F. W. Clarke — W. Ostwald — T. E. Thorpe — G. Urbain

O = 16

Símbolos	Nombres de los cuerpos simples	Peso atómico
A	Argo. . . . .	39,88
Ag	Plata. . . . .	107,88
Al	Aluminio . . . . .	27,1
As	Arsénico.. . . .	74,96
Au	Oro . . . . .	197,2
B ó Bo	Boro . . . . .	11,0
Ba	Bario . . . . .	137,37
Be ó Gl	Berilio ó Glucinio . . . . .	9,1
Bi	Bismuto. . . . .	208,0
Br	Bromo .. . . .	79,92
C	Carbono . . . . .	12,0
Ca	Calcio. . . . .	40,07
Cb ó Nb	Colombio ó Niobio.. . . .	93,5
Cd	Cadmio. . . . .	112,40
Ce	Cerio.. . . .	140,25
Cl	Cloro. . . . .	35,46
Co	Cobalto. . . . .	58,97
Cr	Cromo . . . . .	52,0
Cs	Cesio . . . . .	132,81
Cu	Cobre. . . . .	63,57
Dy	Disproseo. . . . .	162,5
Er	Erbio. . . . .	167,7
Eu	Europio. . . . .	152,0
F ó Fl	Fluor . . . . .	19,0



Símbolos	Nombres de los cuerpos simples	Peso atómico
Fe	Hierro. . . . .	55,84
Ga	Galio . . . . .	69,9
Gd	Gadolinio. . . . .	157,5
Ge	Germanio. . . . .	72,5
H	Hidrógeno . . . . .	1,008
He	Helio. . . . .	5,99
Hg	Mercurio. . . . .	200,6
Ho	Holmio . . . . .	163,5
I	Iodo. . . . .	126,92
In	Indio. . . . .	114,8
Ir	Iridio . . . . .	193,1
K	Potasio . . . . .	39,10
Kr	Cripto. . . . .	82,9
La	Lantano. . . . .	139,0
Li	Litio. . . . .	6,94
Lu	Lutecio . . . . .	174,0
Mg	Magnesio. . . . .	24,32
Mn	Manganeso. . . . .	54,95
Mo	Molibdeno. . . . .	96,0
N	Nitrógeno. . . . .	14,01
Na	Sodio. . . . .	23,00
Nd	Neodimio. . . . .	144,5
Ne	Neo . . . . .	20,2
Ni	Niquel. . . . .	58,68
Nt	Nito (emanación del radio). . . . .	222,4
O	Oxígeno. . . . .	16,00
Os	Osmio. . . . .	190,9
P ó Ph	Fósforo. . . . .	31,04
Pb	Plomo. . . . .	207,10
Pd	Paladio . . . . .	106,7
Pr	Praseodimio . . . . .	140,6
Pt	Platino . . . . .	195,2
Ra	Radio . . . . .	226,4
Rb	Rubidio . . . . .	85,45
Rh	Rodio. . . . .	102,9
Ru	Rutenio . . . . .	101,7



Símbolos	Nombres de los cuerpos simples	Peso atómico
S	Azufre. . . . .	32,07
Sa	Samario. . . . .	150,4
Sb	Antimonio. . . . .	120,2
Sc	Escandio . . . . .	44,1
Se	Selenio . . . . .	79,2
Si	Silicio. . . . .	28,3
Sn	Estaño. . . . .	119,0
Sr	Estroncio. . . . .	87,63
Ta	Tantalio. . . . .	181,5
Tb	Terbio. . . . .	159,2
Te	Telurio . . . . .	127,5
Th	Torio . . . . .	232,4
Ti	Titanio. . . . .	48,1
Tl	Talio. . . . .	204,0
Tu	Tulio. . . . .	168,5
U ó Ur	Uranio. . . . .	238,5
V ó Va	Vanadio. . . . .	51,0
W ó Tg	Volframio ó Tungstenio. . .	184,0
Xe	Xeno. . . . .	130,2
Yb	Yterbio (Neoyterbio). . . . .	172,0
Yt	Ytrio. . . . .	89,0
Zn	Zinc. . . . .	65,37
Zr	Zirconio. . . . .	90,6





# PARTE GENERAL

---

## CAPÍTULO I

### CORRECCIÓN DE LOS VOLÚMENES GASEOSOS.—PESO Y DENSIDAD DE LOS GASES

#### I

1.—Los gases se aprecian ordinariamente por sus volúmenes y como éstos varían con la presión y temperatura, tan solo son comparables, si la medición se hace en las mismas condiciones ó se refiere á ellas por el cálculo.

Se ha convenido tomar como *temperatura normal*, el *grado cero del termómetro centígrado* y como *presión*, la *atmósfera*, equivalente á una columna de mercurio de 760<sup>mm</sup> de altura á 0°. (1).

2.—Suponiendo que la temperatura permanece constante, los volúmenes gaseosos varían con la presión, según indica la ley de Mariotte. (2).

---

(1) Siempre que se hable de temperaturas y presiones, y mientras no se hagan indicaciones especiales, entiéndase aquéllas dadas en grados del termómetro centígrado y éstas en milímetros de mercurio.

(2) Esta ley, como todas las *generales* de los gases, no es rígidamente exacta. Se las considera como *leyes límites*.

*El volumen de una masa gaseosa, está en razón inversa de la presión. O bien, lo que es igual: El producto del volumen por la presión correspondiente, es una cantidad constante.*

$$V : V' = P' : P \quad \text{ó} \quad VP = V'P',$$

relaciones que permiten calcular la presión ó el volumen que determina una variación de volumen ó presión respectivamente, cuando se parte de un estado bien definido. Si en el momento inicial se conocen  $P$  y  $V$ , la presión  $P'$  correspondiente á nuevo volumen  $V'$ , ó el volumen  $V'$  correspondiente á nueva presión  $P'$ , quedarán determinados por las expresiones:

$$P' = \frac{V}{V'} P \quad [1]$$

y

$$V' = \frac{P}{P'} V \quad [2]$$

**EJEMPLOS.**—1.º *A la presión de una atmósfera (760<sup>mm</sup>), el volumen de un gas es de 10 litros (1 litro = 1000<sup>cc</sup>). ¿Qué presión será necesaria para reducirle á 250<sup>cc</sup>?*

Sustituyendo valores en la [1] resulta:

$$P' = \frac{10000^{\text{cc}}}{250^{\text{cc}}} 1^{\text{at}} = \frac{10^{\text{l}}}{0,250^{\text{l}}} 1^{\text{at}} = 40 \text{ atmósferas.}$$

2.º *El volumen de un gas á la presión de 700<sup>mm</sup> es de 500<sup>cc</sup>. ¿Qué volumen tendrá á la presión normal de 760<sup>mm</sup>?*

Sustituyendo valores en la [2] resulta:

$$V' = \frac{700}{760} 500^{\circ\text{C}} = 460,52^{\circ\text{C}} \dots$$

3.—A presión constante, el volumen de los gases varía con la temperatura de una manera aproximadamente uniforme y según la ley de Gay-Lussac, *todos los gases tienen el mismo coeficiente de dilatación* (aumento de la unidad de volumen por cada incremento de un grado en la temperatura). Este coeficiente que designamos por  $\alpha$  es igual á  $\frac{1}{273}$ , ó sea en forma decimal

$$\alpha = 0,003665 \dots$$

La expresión analítica de esta ley, conduce á la fórmula

$$v_t = v_o (1 + \alpha t) \quad [3]$$

con la que puede calcularse una cualquiera de las cantidades  $v_t$  (volumen á  $t^{\circ}$ ),  $v_o$  (volumen á  $0^{\circ}$ ) y  $t$ , conociendo las otras dos.

En efecto:  $v_t$  está dado por la [3] y para  $v_o$  y  $t$ , se tendrá

$$v_o = \frac{v_t}{1 + \alpha t} \quad [4]$$

$$t = \frac{v_t - v_o}{v_o \alpha} \quad [5]$$

EJEMPLOS.—1.º *El volumen de un gas á 0º es de 622<sup>cc</sup> y se desea saber el que le corresponderá á 15º.*

Sustituyendo valores en la [5] resulta: (1)

$$v_{15} = 622 (1 + 0,003663 \times 15) = 622 \times 1,054945 = 656^{cc}, 17.....$$

2.º *A 25º el volumen de un gas es 916<sup>cc</sup>, calcular en qué se convertirá á 0º.*

Reemplazando valores en la [4] se obtiene:

$$v_0 = \frac{916^{cc}}{1 + 0,003663 \times 25} = \frac{916}{1,091575} = 839^{cc}, 15.....$$

3.º *El volumen de un gas á 0º es 32<sup>cc</sup> ¿A qué temperatura adquirirá 75<sup>cc</sup>?*

Según la [5]

$$t = \frac{75^{cc} - 32^{cc}}{32 \times 0,003663} = 366^\circ, 8.....$$

4.—Si las variaciones de temperatura se verifican entre límites distintos de 0º, pasando por ejemplo de  $t$  á  $t'$ , hay que comenzar refiriendo á 0º el volumen que corresponde á  $t$ , calculando después, á base del resultando que se obtenga, el que correspondería á  $t'$ . Ambas operaciones pueden efectuarse simultáneamente, por medio de la fórmula,

$$v_{t'} = v_t \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t}$$

---

(1) Para facilitar los cálculos en las cuestiones donde interviene el binomio  $(1 + \alpha t)$ , así como el producto  $760 (1 + \alpha t)$ , véase la tabla II.

ó lo que es igual, puesto que  $\alpha$  vale  $\frac{1}{273}$

$$v_{t'} = v_t \frac{273 + t'}{273 + t} \quad [6]$$

Es evidente, que tratándose de una suma algebraica, las adiciones indicadas en ambos términos del quebrado se traducirán como sustracciones, siempre que se consideren temperaturas inferiores á  $0^\circ$ , como se ve en algunos de los siguientes casos, en los que se aplica la expresada fórmula.

EJEMPLOS.—1.º *Calcular el volumen que un gas adquirirá á  $32^\circ$ , si á  $15^\circ$  mide  $400^{cc}$ .*

Aplicando la [6], resulta:

$$v_{32} = 400^{cc} \frac{273 + 32}{273 + 15} = 400^{cc} \frac{305}{288} = 425^{cc}, 61 \dots$$

2.º *Calcular el aumento que experimentarán  $250^{cc}$  de un gas medido á  $-12^\circ$ , si la temperatura se eleva hasta  $125^\circ$ .*

Por sustitución de valores en la [6], se obtiene:

$$v_{125} = 250^{cc} \frac{273 + 125}{273 - 12} = 250^{cc} \frac{398}{261} = 381^{cc}, 22 \dots$$

Y el aumento de volumen será:

$$381^{cc}, 22 - 250^{cc} = 131^{cc}, 22$$

3.º *El volumen de un gas á  $-5^\circ$  es  $75^{cc}$ , calcular el que le corresponderá á  $-25^\circ$ .*



Reemplazando valores en la [6] tendremos:

$$v_{-25} = 75^{\circ\text{C}} \frac{273 - 25}{273 - 5} = 75^{\circ\text{C}} \frac{248}{268} = 69^{\circ\text{C}}, 40, \dots$$

5.—Al calentar un gas que no se puede dilatar, la presión aumenta. Si representamos por  $\alpha$  el aumento correspondiente á  $1^{\circ}$ , se pueden calcular las variaciones de presión, suponiendo constante el volumen, por medio de la fórmula

$$p_t = p_0 (1 + \alpha t) \quad [7]$$

en donde el coeficiente  $\alpha$  tiene exactamente el mismo valor que el de dilatación ( $\frac{1}{273} = 0,003663, \dots$ )

Entre límites de temperatura distintos de  $0^{\circ}$ , la fórmula será

$$p_{t'} = p_t \frac{273 + t'}{273 + t} \quad [8]$$

EJEMPLOS.—1.° *A  $20^{\circ}$  la presión de un gas es de  $707^{\text{mm}}$  de mercurio. Si el volumen permanece constante ¿qué presión corresponderá á  $0^{\circ}$ ?*

Despejando  $p_0$  en la [7] y sustituyendo valores, tendremos:

$$p_0 = \frac{707^{\text{mm}}}{1 + \alpha \times 20} = \frac{707^{\text{mm}}}{1,07326} = 658^{\text{mm}}, 7, \dots$$

2.° *¿En un cilindro de acero que á  $5^{\circ}$  se ha inyectado hidrógeno hasta alcanzar la presión de  $175$  atmósferas, ¿qué presión se producirá si la temperatura se eleva á  $40^{\circ}$ ? (1)*

---

(1) No se tienen en cuenta las variaciones que el volumen del cilindro experimenta por los cambios de temperatura.



Reemplazando valores en la [8], se tiene:

$$p_{40} = 175^{\text{ats}} \frac{273 + 40}{273 + 5} = 175^{\text{ats}} \frac{313}{278} = 197^{\text{ats}}, 03 \dots$$

6.—Si presión y temperatura varían simultáneamente, pueden hacerse las correcciones correspondientes á cada concepto por separado, pero es más práctico efectuar ambas á un tiempo utilizando la fórmula

$$p_t v_t = p_o v_o (1 + \alpha t) \quad [9]$$

que puede afectar las cinco formas siguientes:

$$p_t = \frac{p_o v_o (1 + \alpha t)}{v_t} \quad [10]$$

$$v_t = \frac{p_o v_o (1 + \alpha t)}{p_t} \quad [11]$$

$$p_o = \frac{p_t v_t}{v_o (1 + \alpha t)} \quad [12]$$

$$v_o = \frac{p_t v_t}{p_o (1 + \alpha t)} \quad [13]$$

$$t = \frac{p_t v_t - p_o v_o}{p_o v_o \alpha} \quad [14]$$

En los trabajos de Química la [13] es de aplicación más frecuente (1).

---

(1) Entre dos temperaturas distintas de 0°, la fórmula general toma la forma

$$p_r v_r = p_t v_t \frac{273 + t'}{273 + t}$$

de donde pueden derivarse las restantes.

EJEMPLO.—*El volumen de un gas medido á 16° y 707<sup>mm</sup> de presión es 9 litros. ¿Qué volumen ocuparía á 0° y presión de 760<sup>mm</sup>?*

Sustituyendo valores en la [13] resulta:

$$V_0 = \frac{707 \times 9^l}{760 (1 + 0,003663 \times 16)} = \frac{6363^l}{804,542.....} = 7^l,908.....$$

## II

7.—En la práctica y al objeto de medir el volumen, se recogen los gases en tubos de vidrio graduados y descartando de este lugar la presentación de los diversos mecanismos y manera de proceder en cada caso (véanse, si interesa, las manipulaciones químicas y los tratados especiales de análisis de gases), conviene solucionar una cuestión que se presenta con alguna frecuencia y para ello distinguiremos dos casos:

- 1.° El gas se recoge sobre mercurio.
- 2.° El gas se recoge sobre agua.

En el caso primero, si el gas está seco y la altura del mercurio en el interior del tubo es igual que en el exterior (caso de operar con cuba *hidrargiro-pneumática*) ó se igualan los niveles en el tubo de medida y tubo-nivel (bureta de Hempel), se emplea como fórmula de corrección la [13] sin modificar, porque la tensión del vapor de mercurio, dentro de los límites ordinarios de temperatura, es muy pequeña y no influye en el resultado de una manera sensible. Si el nivel del mercurio en la cuba queda más bajo que en el interior del tubo, hay necesidad de modificar esa fórmula restando de la presión  $p_1$  la altura

de la columna de mercurio desde el nivel exterior al interior, expresándola en milímetros. Llamando  $H$  á esta columna se tendrá:

$$v_o = \frac{(p_t - H) v_t}{p_o (1 + \alpha t)} \quad [15]$$

EJEMPLO.—*El volumen de un gas seco medido sobre mercurio á 10° y presión de 710<sup>mm</sup> es 35<sup>cc</sup>, existiendo entre el mercurio interior y exterior una diferencia de nivel de 15<sup>cm</sup>. Se trata de referir ese volumen á condiciones normales de presión y temperatura.*

Reemplazando valores en la [15] se obtiene:

$$v_o = \frac{(710 - 150) 35^{cc}}{760 (1 + 0,003665 \times 10)} = \frac{19600}{787,8588} = 24^{cc}, 8.....$$

Si el gas no está seco, generalmente se le considera saturado de vapor de agua, pero es menos expuesto a error, introducir en el tubo que le contiene unas gotas de este líquido, para que se sature si no lo está, efectuando la corrección que se indica para el caso de medir sobre agua.

8.—Midiendo sobre agua y para igualdad de niveles, es menester contar con la tensión del vapor, no despreciable como en el caso del mercurio, porque en efecto, la presión del interior del tubo, es suma de la que corresponde al gas y al vapor. La fórmula [15] se modifica en esta forma:

$$v_o = \frac{(p_t - T) v_t}{p_o (1 + \alpha t)} \quad [16]$$

en donde  $T$ , expresa la tensión del vapor de agua á  $t^\circ$ , dada en milímetros de mercurio. Véase tabla III.

EJEMPLO.—A  $21^{\circ}$  y  $695^{mm}$  de presión, el volumen de un gas medido sobre agua, bajo igualdad de niveles es  $85^{cc}$ . Averiguar el volumen del gas seco á  $0^{\circ}$  y presión de  $760^{mm}$ .

Como en este caso  $T = 18^{mm},5$  de mercurio, se tiene:

$$v_0 = \frac{(695 - 18,5) 85^{cc}}{760 (1 + 0,003663 \times 21)} = \frac{57502,5}{818,461.....} = 70^{cc}, 2.....$$

En el caso de no poderse establecer igualdad de niveles, se mide la columna de agua que expresa la diferencia de alturas, se reduce á milímetros de mercurio (véase tabla IV) y se resta también de la presión marcada por el barómetro en el momento de la experiencia. La fórmula será:

$$v_0 = \frac{(p_i - T - A) v_i}{p_0 (1 + \alpha t)} \quad [17]$$

en donde  $T$ , expresa la tensión del vapor de agua y  $A$ , la columna de agua reducida á milímetros de mercurio.

EJEMPLO.—A  $25^{\circ}$  y presión de  $700^{mm}$  el volumen de un gas medido sobre agua con una diferencia de nivel de  $7^{cm},5$  es  $117^{cc}$ . Averiguar el volumen que corresponde al gas seco en condiciones normales de presión y temperatura.

Según las tablas correspondientes, en este caso  $T = 23^{mm},5$  y  $A = 5^{mm},32$  y sustituyendo valores en la [17] tendremos:

$$v_0 = \frac{(700 - 23,5 - 5,52) 117^{cc}}{760 (1 + 0,003663 \times 25)} = \frac{78504,66}{829,597} = 94^{cc}, 6.....$$

En casos especiales hay que efectuar correcciones por los tres conceptos últimamente expresados: columna de mercurio, de agua y tenxión de vapor.

### III

9.—El aire considerado á 0° y presión de 760<sup>mm</sup>, se toma ordinariamente como unidad para referir las densidades de los vapores y gases. Un litro de aire seco en esas condiciones, pesa 1<sup>gr</sup>, 29549 y en consecuencia el volumen correspondiente á 1 gramo, será:

$$\frac{1^l}{1,29549} = 0^l,7751.....$$

es decir, 775<sup>cc</sup>,1 aproximadamente.

Para calcular el peso en gramos del volumen V de un gas cualquiera expresado en litros, á la presión H y temperatura t, se emplea la fórmula,

$$P = V \times 1,29549 \times D \frac{H}{760 (1 + \alpha t)} \quad [18]$$

en donde D representa la densidad referida al aire.

Si el volumen está dado á 0° y 760<sup>mm</sup> de presión, la fórmula se reduce á

$$P = V \times 1,29549 \times D \quad [19]$$

EJEMPLOS. — 1.º *Calcular el peso del nitrógeno que á 25° y presión de 705<sup>mm</sup> llena un gasómetro de 6 metros de diámetro interior y 4 de altura.*

Como el volumen del gasómetro es

$$\begin{aligned} \pi r^2 a &= 3,1415 \times 3^2 \times 4 = 115^m,094 \\ &= 115094 \text{ litros,} \end{aligned}$$

y para el nitrógeno  $D = 0,967$  según la tabla V, columna de densidades experimentales, reemplazando valores en la [18] resulta:

$$\begin{aligned}
 P &= 113094 \times 1^{\text{er}}, 29349 \times 0,967 \frac{705}{760 (1 \times 0,003663 \times 25)} \\
 &= \frac{99728257^{\text{er}}, 6180341}{824,02924} = 121025^{\text{er}}, 1..... \\
 &= 121^{\text{kg}}, 0251.....
 \end{aligned}$$

2.º *Hallar el peso de 657<sup>cc</sup> de gas cloro en condiciones normales de presión y temperatura.*

Para el cloro  $D = 2,491$  y en consecuencia aplicando la [19]

$$P = 0,657 \times 1^{\text{er}}, 29349 \times 2,491 = 2^{\text{er}}, 1169.....$$

10.—Es de utilidad muchas veces conocer el volumen de los distintos gases cuyo peso en gramos está representado por la misma cifra que la densidad. Para ello, basta hacer en la [19]  $V = \frac{1}{1,29349}$ , es decir, considerar un volumen igual al que corresponde á un gramo de aire. Efectivamente, en este caso

$$P = \frac{1}{1,29349} 1,29349 \times D$$

de donde

$$P = D.$$

Luego para todo gas, *el peso de 0<sup>l</sup>,7731..... ó de 773<sup>cc</sup>,1..... está expresado por un número igual á su densidad, é inversamente.*

El peso de un volumen cualquiera de gas referido á 0° y presión de 760<sup>mm</sup>, puede hallarse también, conociendo su densidad, por las fórmulas

$$P = \frac{V D}{773^{cc,1}} \quad [20]$$

si V se expresa en centímetros cúbicos, y

$$P = \frac{V D}{0^l,7731} \quad [21]$$

si V se expresa en litros.

Ambas relaciones constituyen tan solo una modificación de la [19], porque se emplea como divisor el inverso de 1,29349, que allí es multiplicador.

Aplicando la fórmula [20] al ejemplo 2.º del § 9, se encuentra también que los 657<sup>cc</sup> de gas cloro pesan 2<sup>gr</sup>, 1169.

11.—Haciendo  $P = 1$  en la [19], basta despejar V para saber el volumen correspondiente á un gramo de cualquier gas, que representamos por  $V_{gr}$

$$V_{gr} = \frac{1}{1,29349 \times D}$$

Si consideramos un número de gramos igual al peso molecular (molécula-gramo), que designamos por  $P_m$ , el volumen correspondiente  $V_{mgr}$  será:

$$V_{mgr} = \frac{P_m}{1,29349 \times D} = \frac{1}{1,29349} \times \frac{P_m}{D};$$

pero como  $\frac{1}{1,29349} = 0^l,7731.....$  y según la *ley de Avo-*

gado  $\frac{P_m}{D} = \text{constante}$ , que llamamos C, podremos escribir:

$$V_{mgr} = 0^l,7731 \times C.$$

El valor de C depende del sistema de pesos atómicos que se adopte. Considerando Hidrógeno = 1

$$C = \frac{P_m}{D} = \frac{2}{0,06948} = 28,785.....$$

y entonces

$$V_{mgr} = 22^l,255 \quad [22]$$

Si consideramos Oxígeno = 16

$$C = \frac{P_m}{D} = \frac{32}{1,1052} = 28,954.....$$

y en este caso

$$V_{mgr} = 22^l,384..... \quad [25]$$

relación que se utiliza con frecuencia para calcular el peso de un volumen dado de gas ó el volumen de un peso determinado, sin necesidad de conocer la densidad (1).

(1) En el sistema de pesos atómicos H = 1, la transformación del peso de un gas en volumen y viceversa, se consigue fácilmente haciendo uso del peso del litro de hidrógeno a 0° y 760mm de presión, llamado *Kritha*, cuyo valor es 0<sup>gr</sup>,08987.....

Las fórmulas generales para uno y otro caso son:

$$V = \frac{P}{0,08987 \times \frac{1}{2} P_m} \quad \text{y} \quad P = V \times 0,08987 \times \frac{1}{2} P_m$$

en donde, V = volumen en litros á 0° y 760mm; P = peso del cuerpo en gramos y P<sub>m</sub> = peso molecular (H=1)

En los casos corrientes se toma 0<sup>gr</sup>,09 como valor de la *Kritha*.



En efecto designado por  $P_m$  al peso molecular de un gas (1), por  $V$  al volumen en litros referido á  $0^\circ$  y  $760^{mm}$  de presión y por  $p$  al peso expresado en gramos, se puede escribir;

$$22,384 : P_m = V : p$$

de donde:

$$p = \frac{P_m V}{22,384} \quad [24]$$

y

$$V = \frac{p}{P_m} 22,384 \quad [25]$$

EJEMPLOS.—1.º *Hallar el peso de 50<sup>cc</sup> de acetileno.*  $P_m = 26,016$ .

Aplicando la [24] se tiene:

$$p = \frac{26,016 \times 0,050}{22,384} 0^{gr}, 0581.....$$

2.º *Calcular el volumen correspondiente á 200 gramos de metano.*  $P_m = 16,052$ .

Reemplazando valores en la [25] resulta:

$$V = \frac{200}{16,052} 22,384 = 279,240.....$$

---

(1) Los pesos moleculares aquí empleados, se deducen de las fórmulas empíricas, según procedimiento que más adelante se indica.

#### IV

12.—La *densidad de los gases*, muy importante y específica, se determina experimentalmente por diversos procedimientos que no cumple á nuestro objeto describir. Basta con recordar algún medio expedito para deducirlas, advirtiéndole que, como en las relaciones que se utilizan intervienen pesos atómicos ó moleculares, que son números fijos, las densidades de los gases y vapores así calculadas y que se llaman *densidades teóricas*, son también números fijos y difieren algo de las densidades experimentales que dependen de la presión y temperatura. Véase como prueba la tabla V, donde una columna contiene datos experimentales y otra densidades teóricas que hemos calculado utilizando la fórmula [27].

El cálculo de estas densidades, es una consecuencia de la ley de Avogadro ya considerada en el § 11.

Si como allí se dice

$$\frac{P_m}{D} = \text{constante},$$

resulta

$$D = \frac{P_m}{\text{constante}}$$

y como el valor de esta constante es 28,785 ó 28,954 según se considere  $H = 1$  ú  $O = 16$ , la densidad dentro de cada sistema será:

$$\text{Para H} = 1 \quad D = \frac{P_m}{28,785} \quad [26]$$

$$\text{Para O} = 16 \quad D = \frac{P_m}{28,954} \quad (1) \quad [27]$$

EJEMPLOS.—Calcular las densidades teóricas del gas anhídrido sulfuroso y del vapor de alcohol ordinario, cuyos pesos moleculares son respectivamente 64,06 y 46,048.

Para el anhídrido sulfuroso

$$D = \frac{64,06}{28,954} = 2,2124$$

Para el vapor de alcohol

$$D = \frac{46,048}{28,954} = 1,5903$$

13.—La fórmula [26] puede modificarse recibiendo forma más conveniente para el cálculo. En efecto: el número 28,785, que es doble de la densidad del aire referida al hidrógeno (14,3925), es también el duplo del inverso de la densidad del hidrógeno 0,06948, lo que permite escribir:

---

(1) Determinando experimentalmente densidades de vapores á temperaturas variables, pero poco superiores á las de ebullición de los líquidos correspondientes, se encuentran diferencias hasta partir de cierto grado en que permanecen sensiblemente constantes, resultando lo que se llama *densidad límite*. Como estas densidades límites, son las utilizadas en la determinación de pesos moleculares según el procedimiento fundado en la ley de Avogadro, las densidades teóricas calculadas aplicando las fórmulas [26] y [27] deben tener el mismo carácter.



$$D = \frac{P_m}{28,785} = \frac{P_m}{2} \times \frac{1}{14,3925} = \frac{P_m}{2} 0,06948$$

ó

$$D = \frac{P_m}{2} 0,06948 \quad [28]$$

Luego la densidad teórica de los gases se obtiene, multiplicando la mitad del peso molecular ( $H = 1$ ), por la densidad del hidrógeno.

Si los gases son simples de molécula diatómica (molécula normal) como el oxígeno, fluor, cloro, etc.

$$\frac{P_m}{2} = \text{peso atómico,}$$

y en este caso la fórmula [28] se convierte en

$$D = P_a \times 0,06948 \quad [29]$$

representando el peso atómico por  $P_a$ .

Considerando  $O = 16$ , la nueva fórmula para el cálculo de la densidad es

$$D = \frac{P_m}{32} \times 1,1052 \quad [30]$$

en donde 1,1052 expresa la densidad del oxígeno y  $P_m$  el peso molecular en el sistema  $O = 16$ .

Esta fórmula presenta constantes los números 1,1052 y 32, cuyo cociente es 0,0345375 y en consecuencia,

$$D = P_m \times 0,0345375 \quad [31]$$

evitándose de esta suerte la división.



## CAPÍTULO II

### DENSIDAD Y CONCENTRACIÓN DE LAS DISOLUCIONES

#### I

14.—Ordinariamente el *peso específico* y la *densidad relativa*, se consideran equivalentes. En realidad expresan *dos conceptos distintos* susceptibles de ser representados por el mismo coeficiente en determinadas condiciones. No obstante, en las cuestiones que se resuelven á continuación, se reemplazan pesos específicos por densidades al pasar del volumen al peso, y si bien es verdad que los resultados son tan solo aproximados, tienen en general suficiente exactitud en el terreno práctico.

15.—Entre el peso de los cuerpos expresado en gramos, el volumen en centímetros cúbicos y la densidad, existe la relación:

$$P = V D; \quad [32]$$

de donde

$$V = \frac{P}{D} \quad [33]$$

y

$$D = \frac{P}{V}. \quad [34]$$

EJEMPLOS.—1.º *Cuánto pesan 3 litros de ácido sulfúrico de  $D = 1,725$ ?*

Según la [32]

$$P = 3000^{cc} \times 1,725 = 5175 \text{ gramos}$$

2.º *Determinar la capacidad de un frasco que se llena con 500 gramos de mercurio, cuya densidad es 13,59.*

Aplicando la [33] se tiene

$$V = \frac{500^{gr}}{13,59} = 36^{cc}, 79.....$$

3.º *Calcular la densidad de una disolución acuosa de carbonato sódico sabiendo que 796<sup>cc</sup> pesan 1 kilogramo.*

Reemplazando valores en la [34] se obtiene

$$D = \frac{1000^{gr}}{796^{cc}} = 1,2562.....$$

## II

16.—Entre la diversidad de problemas que se originan con motivo de las densidades de las disoluciones, conviene conocer los siguientes: (1)

---

(1) En la práctica de ciertos casos correspondientes á estos problemas, resultan errores bastante considerables debidos á la *contracción* de volumen que experimentan las mezclas líquidas y muy especialmente, interviniendo disoluciones concentradas de ácidos ó álcalis. En casos concretos, puede calcularse la concentración y efectuar

a. *Determinar la cantidad de agua que se debe agregar ó quitar á un volumen V de disolución cuya densidad es D, para transformarle en producto de densidad D',*

Consideramos primero el caso de una agregación de agua y llamemos  $x$  á la que debe intervenir. Es evidente que el volumen líquido total será  $V + x$ , cuyo peso  $(V + x) D'$ , según la [32], debe ser igual al peso del líquido primitivo  $V D$ , sumado con  $x \times 1 = x$  que corresponde al agua que se agrega. Luego

$$(V + x) D' = V D + x$$

de donde

$$x = \frac{V (D - D')}{D' - 1} \quad [35]$$

En el caso de una sustracción de agua y discurriendo de una manera análoga, llegaremos á establecer:

$$(V - x) D' = V D - x$$

de donde

$$x = \frac{V (D' - D)}{D' - 1} \quad [36]$$

---

correcciones, llegando de esta suerte á la concordancia casi perfecta entre los resultados del cálculo y los prácticos.

Téngase además presente que, al resolver analíticamente este grupo de cuestiones y para mayor facilidad, se considera siempre que la densidad del agua es 1, puesto que, el peso en gramos, se iguala con el volumen en centímetros cúbicos. Operando á temperatura superior á 4º, como es lo general, y siempre que se requiera cierta exactitud, se debe considerar la densidad que corresponde al agua según los datos consignados en la tabla VI.

EJEMPLOS.—1.º *Determinar el agua que se debe agregar á 3 litros de lejía de potasa de  $D = 1,590$ , para que el nuevo líquido tenga 1.110 de densidad.*

Sustituyendo valores en la [35] se obtiene:

$$x = \frac{3^l (1,590 - 1,110)}{1,110 - 1} = 13^l,090..... \text{ de agua.}$$

2.º *¿Qué cantidad de agua debe sustraerse por evaporación de 10 litros de disolución de glucosa con  $D = 1,099$  para obtener el jarabe comercial de  $D = 1,240$ ?*

Reemplazando valores en la [36] resulta:

$$x = \frac{10^l (1,240 - 1,099)}{1,240 - 1} = 5^l,875 \text{ de agua.}$$

**b.** *Calcular el volumen de líquido que se obtiene si por adición ó sustracción de agua, se convierte en  $D'$  la densidad  $D$  correspondiente á un volumen  $V$ .*

En el caso de una adición de agua y llamando  $V'$  al volumen resultante, su peso  $V' D'$  debe ser igual al primitivo  $V D$ , sumado con el correspondiente al agua que

se agrega  $\frac{V (D - D')}{D' - 1}$  dado por la [35] del problema *a*.

Luego se podrá escribir;

$$V' D' = V D + \frac{V (D - D')}{D' - 1}.$$

Para el caso de una sustracción, por razonamiento análogo, se llega á establecer:



$$V' D' = V D - \frac{V (D' - D)}{D' - 1}.$$

Despejando  $V'$  en ambas ecuaciones se obtiene el mismo valor

$$V' = \frac{V (D - 1)}{D' - 1} \quad [37]$$

**EJEMPLOS.** — 1.º *La densidad 1,590 correspondiente á 3 litros de lejía de potasa, se ha rebajado á 1,110 por adición de agua. ¿Qué volumen se habrá obtenido de la nueva lejía?*

Sustituyendo valores en la [37] resulta

$$V' = \frac{3^l (1,590 - 1)}{1,110 - 1} = 16^l,090 \dots \text{ de lejía.}$$

2.º *Se ha llegado á un jarabe con densidad 1,240 evaporando 10 litros de disolución de glucosa de  $D = 1,099$ . ¿Qué volumen habrá resultado?*

$$V' = \frac{10^l (1,099 - 1)}{1,240 - 1} = 4^l,125 \text{ de jarabe.}$$

Estos dos ejemplos encuentran su comprobación en los correspondientes del problema a.

**c.** *Calcular la densidad  $D'$  correspondiente á la disolución que se obtiene si á un volumen  $V$  con densidad  $D$ , se agrega ó quita un volumen  $v$  de agua.*

Si se agrega agua, el volumen total será  $V + v$  cuyo peso  $(V + v) D'$ , será igual á  $V D + v$ . Luego

$$(V + v) D' = V D + v$$

de donde

$$D' = \frac{VD + v}{V + v} \quad [38]$$

Razonando de una manera análoga en el caso de sustraer agua, se establece:

$$(V - v) D' = VD - v$$

de donde

$$D' = \frac{VD - v}{V - v} \quad [39]$$

**EJEMPLO.**—*Dado un litro de disolución de ácido fosfórico con densidad 1,1465, calcular las densidades de los líquidos que resultan si por agregación de agua se hacen dos litros ó por evaporación se reduce á medio.*

Sustituyendo valores en las fórmulas correspondientes, se tiene:

Caso 1.º Agregación de agua:

$$D' = \frac{1 \text{ l} \times 1,1465 + 1 \text{ l}}{1 \text{ l} + 1 \text{ l}} = 1,0732 \dots \text{ de densidad.}$$

Caso 2.º Sustracción de agua:

$$D' = \frac{1000^{\text{cc}} \times 1,1465 - 500^{\text{cc}}}{1000^{\text{cc}} - 500^{\text{cc}}} = 1,293 \text{ de densidad.}$$

**d.** *Determinar la densidad  $D''$  que corresponde al producto resultante de mezclar los volúmenes  $V$  y  $V'$  de dos disoluciones de la misma substancia, cuyas densidades son  $D$  y  $D'$ .*

El peso  $(V + V') D''$ , del volumen total  $V + V'$ , ha de ser la suma de los pesos de los líquidos mezclados; por consiguiente

$$(V + V') D'' = V D + V' D'$$

de donde

$$D'' = \frac{V D + V' D'}{V + V'} \quad [40]$$

Para el caso de mezclarse varias disoluciones del mismo cuerpo, resultaría por un razonamiento análogo:

$$D^n = \frac{V D + V' D' + V'' D'' + \dots}{V + V' + V'' + \dots} \quad [41]$$

EJEMPLO.—*Calcular la densidad del líquido que resulta mezclando 750<sup>cc</sup> de amoniaco  $D = 0,967$ , con 500<sup>cc</sup> de  $D = 0,900$ .*

Por sustitución de valores en la [40] resulta:

$$D'' = \frac{750 \times 0,967 + 500 \times 0,900}{750 + 500} = 0,9402 \text{ de densidad}$$

*e. Hallar los volúmenes  $v$  y  $v'$  de producto con densidad  $D$ , y de agua, que deben mezclarse para obtener un volumen  $V$  con densidad  $D'$ .*

Desde luego, considerando los volúmenes se puede escribir:

$$v + v' = V \quad [\alpha]$$

y relacionando los pesos correspondientes,

$$v D + v' = V D' \quad [\beta]$$

quedando reducida la cuestión á determinar por medio del sistema  $[\alpha]$   $[\beta]$  una cualquiera de las cantidades  $v$  ó  $v'$ , puesto que, la otra, se halla por diferencia con el volumen total.

Si se desea calcular la cantidad de producto, basta sustituir en la  $[\beta]$  el valor de  $v'$  deducido de la  $[\alpha]$  y se obtiene:

$$v D + V - v = V D'$$

de donde

$$v = \frac{V(D' - 1)}{D - 1} \text{ de producto} \quad [42]$$

y en consecuencia

$$v' = V - v \text{ de agua.}$$

Si por el contrario quiere calcularse la cantidad de agua, se sustituye en la  $[\beta]$  el valor de  $v$  y tendremos:

$$(V - v') D + v' = V D'$$

de donde

$$v' = \frac{V(D - D')}{D - 1} \text{ de agua.} \quad [42] \text{ bis}$$

y entonces

$$v = V - v' \text{ de producto.}$$

EJEMPLO.—¿Qué volúmenes de agua y ácido clorhídrico con  $D = 1,145$  se necesitan para obtener  $800^{\text{cc}}$  de ácido con  $D = 1,075$ ?

El volumen de ácido calculado según la [42] será

$$v = \frac{800^{\text{cc}}(1,075 - 1)}{1,145 - 1} = 413^{\text{cc}},8 \text{ aproximadamente}$$

y el del agua

$$v' = 800^{\text{cc}} - 413^{\text{cc}},8 = 386^{\text{cc}},2$$

Calculando primeramente el volumen de agua sería

$$v' = \frac{800^{\text{cc}} (1,145 - 1,075)}{1,145 - 1} = 386^{\text{cc}},2 \text{ aproximadamente}$$

y el del ácido

$$v = 800^{\text{cc}} - 386^{\text{cc}},2 = 413^{\text{cc}},8$$

### III

17.—Indicándose generalmente la concentración de las disoluciones por el peso de substancia disuelta contenida en 100 gramos de disolución, conviene resolver las siguientes cuestiones que se presentan con frecuencia:

a. *Determinar la cantidad x de cuerpo contenido en 100<sup>cc</sup> de disolución, en función del peso P que expresa la proporción contenida en 100 gramos.*

Si D expresa la densidad de la disolución (1), el volumen de los 100 gramos será según la [33]  $\frac{100}{D}$  y se podrá formar la proporción:

$$\frac{100}{D} : P = 100^{\text{cc}} : x,$$

de donde

$$x = P \times D \quad [43]$$

---

(1) Esta densidad figura siempre en las tablas y en su columna correspondiente, pero frente al número que indica la riqueza de la disolución.

EJEMPLO.—Una lejía de potasa con densidad 1,22 contiene 24,2 gramos de producto por 100 (véase tabla XII). ¿Qué potasa corresponderá á 100<sup>cc</sup> de lejía?

$$x = 24^{\text{gr}}, 2 \times 1,22 = 29^{\text{gr}}, 524 \text{ de potasa.}$$

b. Calcular la sustancia z disuelta en 100 gramos de disolvente, conociendo la cantidad P contenida en 100 gramos de disolución.

Desde luego, si en 100 gramos de disolución hay P gramos de cuerpo disuelto, el disolvente pesará 100 - P y formando la proporción,

$$(100 - P) : P = 100 : z$$

se tiene:

$$z = \frac{P \times 100}{100 - P} \quad [44]$$

EJEMPLO.—En 100 gramos de disolución acuosa de cromato potásico hay 12 gramos de sal. ¿Qué cantidad corresponderá á 100 gramos de agua?

Sustituyendo en la [44] resulta

$$z = \frac{12^{\text{gr}} \times 100}{100 - 12^{\text{gr}}} = 15^{\text{gr}}, 636 \dots \text{ de cromato.}$$

c. Determinar el peso d<sub>n</sub> de disolvente que se debe agregar á una disolución para que el peso P de cuerpo contenido en 100 gramos de ella pase á ser P'.

Esta cuestión se resuelve fundándose en la proporcionalidad inversa que existe entre los pesos de las disoluciones de diversa concentración, hechas con la misma cantidad de cuerpo y la cantidad de éste contenida en 100 gramos de cada una.

Por otra parte, si á 100 gramos de disolución que contiene P de substancia se agrega un peso  $d_n$  de disolvente, el nuevo líquido pesará  $100 + d_n$  gramos y contendrá por 100, P' gramos de substancia.

Luego

$$P : P' = (100 + d_n) : 100$$

de donde

$$d_n = 100 \left( \frac{P}{P'} - 1 \right) \quad [45]$$

EJEMPLO.—¿Qué cantidad de alcohol se necesita agregar á 100 gramos de una disolución que contiene 25 de cloruro mercúrico, para obtener un líquido con 3 gramos de sal por 100?

Aplicando la anterior fórmula se tiene:

$$d_n = 100 \left( \frac{25^{gr}}{3^{gr}} - 1 \right) = 733^{gr}, 33 \text{ de alcohol.}$$

Se supone en este ejemplo que el alcohol agregado es de la misma graduación que el contenido en la disolución.

d. Calcular el peso P'' de materia contenida en 100 gramos de líquido resultante de mezclar en cualquier proporción, dos disoluciones diversamente concentradas de un mismo cuerpo.

Este problema se resuelve aplicando la fórmula

$$P'' = \frac{p P + p' P'}{p + p'} \quad [46]$$

en donde p y p' expresan los gramos que se mezclan de cada disolución, P y P' las cantidades de substancias por 100.

En general, si se mezclan varias disoluciones de una misma substancia, se tiene:

$$p^n = \frac{p P + p' P' + p'' P'' + \dots}{p + p' + p'' \dots} \quad [47]$$

EJEMPLO.—Calcular el permanganato potásico por 100 contenido en un líquido, que se obtiene mezclando 150 gramos de disolución acuosa al 5 por 100, con 80 de 3 por 100.

Reemplazando cantidades en la [46] resulta:

$$p'' = \frac{150^{\text{gr}} \times 5 + 80^{\text{gr}} \times 3}{150 + 80} = 4^{\text{gr}}, 304 \dots \text{ de permanganato.}$$

#### IV

18.—Las disoluciones que contienen, en determinado volumen, un peso conocido de materia disuelta ó de uno de los constituyentes de ésta, se llaman *líquidos valorados*. El mismo concepto merecen, si se conoce el peso de una substancia con quien es susceptible de reaccionar exactamente la materia contenida en un volumen determinado de disolución.

El peso de materia disuelta en los líquidos valorados, se refiere ordinariamente al litro (1), aunque en la práctica se considere para mayor comodidad la contenida por centímetro cúbico, y en armonía con la definición antes

---

(1) Como temperatura se adopta generalmente 15° C.



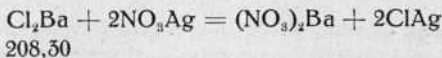
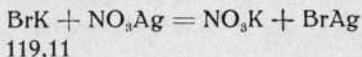
expuesta, el valor de una disolución puede expresarse en función de la materia disuelta, de uno de sus elementos ó grupos de elementos, ó de cualquier substancia con la que determine una reacción bien definida. Así por ejemplo: En una disolución de nitrato argéntico que contenga 35<sup>gr</sup>,4 de esta sal por litro, podrá escribirse:

$$1^{\text{cc}} = 0^{\text{gr}},0354 \quad \text{de } \text{NO}_3\text{Ag.}$$

$$1^{\text{cc}} = 0^{\text{gr}},02248 \dots \quad \text{» } \text{Ag.}$$

$$1^{\text{cc}} = 0^{\text{gr}},02481 \dots \quad \text{» } \text{BrK, etc.}$$

Conocido el valor de una disolución en función de determinada substancia, puede referirse á otra, con facilidad, en vista de las fórmulas que expresan las reacciones que se verifican entre la materia disuelta y la que es objeto de la transformación. Así, para expresar el valor en cloruro bórico de la disolución de nitrato argéntico que referida al bromuro potásico indica que  $1^{\text{cc}} = 0^{\text{gr}},02481$  de BrK, escribiremos:



y como estas reacciones indican claramente, que con relación al nitrato de plata, la molécula de cloruro bórico (208,30) equivale á dos de bromuro potásico ( $2 \times 119,11 = 238,22$ ), tendremos:

$$238,22 : 208,30 = 0^{\text{gr}},02481 : x$$

de donde

$$x = \frac{208,30}{238,22} 0^{\text{gr}},02481 = 0^{\text{gr}},02169 \dots$$

y por tanto en la expresada disolución argéntica, se podrá escribir también:

$$1^{\circ\circ} = 0^{\text{gr}},02169\dots\dots \text{ de Cl}_2\text{Ba}$$

19.—Las disoluciones se llaman *indefinidas* cuando no se conoce la relación numérica que existe con el reactivo ni con la substancia que con ella se dosifica. Son las menos recomendables, porque es necesario determinar su valor en el momento que se van á utilizar, ya que se trata de materias que se alteran con mucha facilidad.

Existiendo relación numérica determinada entre la materia disuelta y la objeto de dosificación, las disoluciones se llaman *empíricas*, recibiendo el calificativo de *sistemáticas* ó *normales*, siempre que existe relación sencilla entre el número que expresa los gramos de substancia contenida en un litro de disolución y su peso molecular (1).

El grado más perfecto de normalidad para cada substancia es aquel en que la relación antes expresada se reduce á 1, es decir, que el número de gramos de especie

(1) No será supérfluo advertir, para evitar confusiones posibles, que en algunos casos se califican de normales, disoluciones destinadas á uso especial en las que no existen esas relaciones, porque se llevan al grado de concentración conveniente para los fines que se persiguen. Así, por ejemplo; entre los pesos moleculares del permanganato potásico 156,67 (H = 1) ó 158,15 (O = 16) y los números 5,6565..... ó 5,6583..... no hay relación sencilla  $\left[ \frac{5,6565 \dots}{\frac{1}{4} \text{ Fe (H = 1)}} = \frac{156,97}{27,75} \right]$  y  $\left[ \frac{5,6583 \dots}{\frac{1}{4} \text{ Fe (O = 16)}} = \frac{158,15}{27,95} \right]$ , y sin embargo hay quien llama normal á la disolución que contiene 5<sup>gr</sup>,6565..... ó 5<sup>gr</sup>,6583..... (según el sistema) de permanganato en litro, fundándose en que, correspondiendo exactamente 100<sup>o</sup> de este liquido á 1 gramo de hierro, resulta de gran comodidad porque evita todo cálculo en las dosificaciones de este metal.

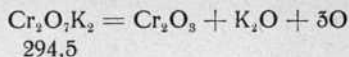
química contenido por litro de disolución, es exactamente igual al peso molecular. A tales disoluciones se las llama más especialmente *gramo-moleculares* ó *molares*.

La mayor parte de los autores, de acuerdo con Cl. Winkler llaman *disoluciones normales tipos*, las que contienen por litro un peso en gramos de substancia correspondiente á 1 átomo de hidrógeno, por razón á la reacción que determina la preparación del líquido. Así por ejemplo; la disolución normal tipo de ácido clorhídrico deberá contener 36<sup>gr</sup>,458 de ClH por litro, porque es 36,458 el peso molecular de esa substancia y la molécula (ClH) contiene un átomo de hidrógeno. Por iguales razones, las disoluciones normales tipos de cloruro sódico (ClNa = 35,45 + 23,05 = 58,50) y nitrato argéntico (NO<sub>3</sub>Ag = 14,01 + 3 × 16 + 107,93 = 169,94), contienen respectivamente por litro 58<sup>gr</sup>,50 y 169<sup>gr</sup>,94 de sal, puesto que, el átomo de sodio y el de plata equivalen en esos compuestos á 1 átomo de hidrógeno. En cambio la disolución normal tipo de ácido sulfúrico contendrá por litro 49<sup>gr</sup>,058 =  $\frac{98,076}{2}$ , siendo 98,076 su peso molecular, porque la

molécula de este ácido (SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>) tiene 2 hidrógenos que pueden ser reemplazados por metal en las reacciones donde se utiliza.

De una misma substancia que pueda producir reacciones no correspondientes á la misma fórmula general, existirán varias concentraciones normales. Tal ocurre con el dicromato potásico empleado unas veces como oxidante y como precipitante otras (para este uso se le reemplaza ordinariamente por los cromatos) y con el permanganato potásico considerando sus acciones oxidantes. En efecto: el dicromato potásico en líquido ácido oxida según la reacción





y como 5 átomos de oxígeno representan 6 de hidrógeno, la disolución normal tipo debe contener por litro

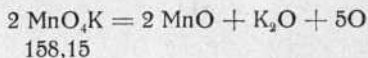
$$\frac{1}{6} 294,5 = 49^{\text{er}}, 0833 \dots \text{ de dicromato;}$$

mientras que como precipitante de las sales de plomo ó bario, por ejemplo la concentración sería de

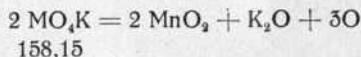
$$\frac{1}{4} 294,5 = 73^{\text{er}}, 625 \text{ en litro,}$$

porque cada molécula precipita (al estado de cromato) 2 átomos de plomo ó bario, que equivalen á 4 átomos de hidrógeno.

El permanganato potásico oxida en medio ácido según el esquema



y en medio alcalino (muy poco usado), con arreglo á la ecuación



y fácil es ver, que, en el primer caso, la disolución normal deberá contener por litro

$$\frac{1}{5} 158,5 = 31^{\text{er}}, 63 \text{ de permanganato}$$

y en el segundo

$$\frac{1}{3} 158,5 = 52^{\text{er}}, 7166 \dots (1)$$

20.—Además de las disoluciones normales, se distinguen y usan con frecuencia las  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{20}$ , etc., *normales*, cuyo enunciado fija claramente su concepto y que se preparan unas veces con objeto de alcanzar mayor precisión en las determinaciones y otras porque el coeficiente de solubilidad de ciertas sustancias no es lo bastante elevado para que permita pasar al estado de disolución, la cantidad correspondiente á la concentración que representa la normalidad.

Los números que indican las variaciones de la normalidad tipo y que se llaman *grados ó factores de normalidad*, pueden desde luego establecerse si se conoce la concentración ó valor de la disolución con respecto á la materia disuelta. Así por ejemplo; tratándose de hallar el factor de normalidad, que llamamos  $x$  de una disolución de cloruro cálcico que contiene 13<sup>er</sup> 75 de sal por litro, sabiendo que á la normal tipo corresponden 55<sup>er</sup>, 50  $\left( \frac{\text{Cl}_2\text{Ca}}{2} = \frac{111}{2} \right)$ , tendremos la relación:

$$55,50 : 13,875 = 1 : x$$

---

(1) Como se ve, haciendo una síntesis de cuanto llevamos dicho, el valor de una disolución no queda *en absoluto* puntualizado diciendo que es normal, ni aun que es normal tipo, y, para obviar dificultades de interpretación, debieran calificarse de normales tan sólo á las gramomoleculares, si bien es necesario manifestar que las disoluciones normales tipos propuestas por Winkler y antes definidas, han sido aceptadas por todos los autores porque simplifican los cálculos y en general, son de empleo más cómodo.

de donde

$$x = \frac{15,875}{55,50} = \frac{1}{4}.$$

La disolución es por consiguiente  $\frac{1}{4}$  N ó  $\frac{N}{4}$ , según la notación generalmente seguida.

Con la misma rapidez se calcula la normalidad de una disolución en el caso de ignorar la materia que contiene, siempre que sea conocido el grado que corresponde á otra que pueda utilizarse para su valoración. Basta considerar por un lado, que volúmenes iguales de disoluciones normales son equivalentes y por otro, la proporcionalidad inversa que existe entre volúmenes equivalentes y los factores de normalidad, lo que puede expresarse también diciendo, que *el producto del volumen de una disolución por su factor de normalidad, representa el volumen equivalente de disolución normal.*

EJEMPLOS. — 1.º *17<sup>cc</sup> de una disolución normal ácida, neutralizan á 85<sup>cc</sup> de una disolución alcalina desconocida. Calcular la normalidad del álcali.*

En este caso sencillo como el factor de la disolución ácida es 1, se tiene

$$x \times 85 = 17 \times 1$$

de donde

$$x = \frac{1}{5}$$

y el líquido alcalino es por lo tanto  $\frac{1}{5}$  N.

2.º *En la precipitación del cloro contenido en 55<sup>cc</sup> de una disolución  $\frac{1}{5}$  N de cloruro sódido, se han gastado*

33<sup>cc</sup> de disolución de nitrato argéntico. Calcular la normalidad del líquido argéntico.

La proporción

$$55 : 33 = x : \frac{1}{5}$$

ó lo que es igual

$$55 \times \frac{1}{5} = 33 \times x$$

resuelve el problema. Despejando x se encuentra:

$$x = \frac{1}{3}$$

Una vez determinada la normalidad de las disoluciones, interesa muchas veces encontrar la cantidad de substancia contenida en un volumen dado de líquido, lo que se consigue fácilmente por simple proporción que se establece entre los volúmenes y los pesos de materia que representan.

EJEMPLO.—Hallar la cantidad de ácido nítrico contenido en 46<sup>cc</sup> de disolución  $\frac{1}{6}$  N.

Pesando la molécula (NO<sub>3</sub>H) del ácido nítrico 63,018, el líquido  $\frac{1}{6}$  N contendrá en litro  $\frac{1}{6}$  63,018 = 10<sup>gr</sup>,503 de ácido y podremos escribir:

$$1000^{\text{cc}} : 10^{\text{gr}},503 = 46^{\text{cc}} : x$$

de donde

$$x = 0^{\text{gr}},483138 \text{ de NO}_3\text{H.}$$

21.—En la preparación y manejo de estos líquidos se presenta con frecuencia la cuestión siguiente:

*Calcular el volumen  $x$  que se debe tomar de un líquido que contiene  $p$  de substancia por centímetro cúbico para obtener, agregando agua, un volumen  $V$  de disolución que contenga  $p'$ , siendo  $p' < p$ .*

Es evidente que el producto  $p x$  expresa la cantidad de materia disuelta en el volumen  $x$ , así como  $p' V$  la contenida en  $V$ , y como la dilución no altera el peso de materia disuelta, ambos productos serán iguales. Luego

$$p x = p' V$$

de donde

$$x = \frac{p'}{p} V. \quad [48]$$

EJEMPLO.—*Se dispone de una disolución de ácido oxálico con  $0^{gr},0325$  por centímetro cúbico y se quiere obtener  $250^{cc}$  que contenga  $0^{gr},025$ . ¿Qué volumen hay que tomar de la primera?*

Según la [48]

$$x = \frac{0,025}{0,0325} 250^{cc} = 207^{cc},7 \text{ aproximadamente,}$$

para completar los  $250^{cc}$  con agua.

La misma cuestión se puede resolver cuando no se desea una cantidad fija de líquido diluído, *calculando el volumen  $z$  de agua que se debe agregar á un volumen  $v$  del primer líquido (1).*

---

(1) Procediendo de esta suerte, es aplicable en este lugar parte de lo dicho en la nota del § 16, por suponerse que al mezclar dos líquidos, se obtiene un volumen igual á la suma de los volúmenes primitivos, lo



En efecto: el peso  $v p$  de materia contenida en  $v$ , es según lo expuesto igual á  $p' (v + z)$ . Luego

$$v p = p' (v + z)$$

de donde

$$z = \frac{p - p'}{p'} v \quad [49]$$

EJEMPLO.—*Determinar el volumen de agua que se ha de agregar á 750<sup>cc</sup> de disolución de acetato de urano con 0<sup>gr</sup>,02 por centímetro cúbico, para obtener un líquido que contenga 0<sup>gr</sup>,0125.*

Por aplicación de la [49] resulta:

$$z = \frac{0,02 - 0,0125}{0,0125} 750^{\text{cc}} = 450^{\text{cc}} \text{ de agua.}$$

---

que no siempre es cierto. Tratándose de disoluciones salinas bastante diluídas, como generalmente se emplean en los trabajos analíticos, el error que se pudiera cometer es despreciable en absoluto, pero no ocurre lo mismo con líquidos concentrados y sobre todo á base de álcalis y ácidos fuertes, como allí se consigna.

**APÉNDICE.**—El litro, unidad adoptada como volumen normal para las soluciones valoradas, es el volumen que corresponde á 1 kilogramo de agua á 4°C. pesado en el vacío. Pero como al apreciar volúmenes en una vasija hay que tener en cuenta la temperatura de ésta y se adopta 15°C. como temperatura normal, resulta en definitiva, que el *litro exacto ó verdadero* es el volumen de 1 kilogramo de agua á 4°C. pesado en el vacío, en una vasija de vidrio á 15°C.

Se emplea también con frecuencia el *litro convencional ó litro de Mohr*, que es el volumen ocupado por la cantidad de agua que en el aire seco á 15°C. (17°,5 ó 20° según la temperatura que se adopte) y presión normal, equilibra á una pesa de latón de 1 kilogramo. Mohr admitía como temperatura normal 14°R. = 17°,5 C.

Se comprende desde luego que, experimentalmente, no puede determinarse el litro verdadero antes definido, pero es posible reunir los datos suficientes para fijar este volumen por medio del cálculo, ó lo que es mas sencillo y general, aunque menos exacto, pueden utilizarse tablas calculadas con tal objeto. Para su conocimiento y manejo, así como para cuanto se refiere á la manera de graduar las vasijas (pipetas, buretas, matraces y probetas), su comprobación, lectura, preparación de disoluciones normales, etcétera, etc., consúltense las obras de Análisis químico y más especialmente las de Análisis volumétrico.

## CAPÍTULO III

### FÓRMULAS EMPÍRICAS.—ECUACIONES QUÍMICAS

#### I

22.—*Fórmulas químicas* son expresiones que sirven para representar la *composición* molecular de los cuerpos ó la *composición y constitución* á la vez.

Si se atiende sólo á la composición, se llaman *fórmulas empíricas* y se forman reuniendo los símbolos de los cuerpos simples que integran al compuesto, acompañados de exponentes ó sub-índices para indicar el número de átomos que de cada elemento entra en la molécula considerada.

Dado el objeto á que se destina la primera parte de este capítulo, podría prescindirse de la deducción de estas fórmulas, pero será conveniente recordarla para la mejor inteligencia de su significación.

Para obtener ó deducir la forma empírica de un cuerpo, se necesita conocer su composición centesimal (1) y

---

(1) La investigación de los elementos ó cuerpos simples que forman parte de un compuesto constituye su *análisis elemental cualitativo*. Mediante un análisis *cuantitativo* se conoce la composición centesimal, pues si bien se procede sobre una pequeña cantidad de cuerpo

peso molecular. Con estos datos, basta referir la composición por 100, al peso molecular y dividir la cantidad que resulte de cada elemento por el peso atómico respectivo; los cocientes expresan el exponente ó sub-índice que debe afectar al símbolo correspondiente.

EJEMPLO.—Deducir la fórmula empírica del ácido úrico, compuesto de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, con los datos siguientes:

*Composición centesimal (ajustada)*

Carbono. . . . .	35,699	}
Hidrógeno. . . . .	2,399	
Oxígeno. . . . .	28,559	
Nitrógeno. . . . .	33,343	
	100,000	

*Peso molecular. . . . .* 168,072

*Pesos atómicos de los elementos,*

Carbono. . . . .	12
Hidrógeno. . . . .	1,008
Oxígeno. . . . .	16
Nitrógeno. . . . .	14,01

---

(ordinariamente no llega á 1 gramo), la composición se refiere á 100 con gran facilidad. En efecto: si P representa la *cantidad de cuerpo analizado* y p el *peso encontrado de un elemento cualquiera*, su proporción por 100 estará dada por la relación

$$\frac{p}{P} \cdot 100$$

La composición ponderal de la molécula se establece resolviendo las siguientes proporciones:

Para el carbono

$$100 : 55,699 = 168,072 : x \quad x = 60$$

Para el hidrógeno

$$100 : 2,399 = 168,072 : y \quad y = 4,032$$

Para el oxígeno

$$100 : 28,559 = 168,072 : z \quad z = 48$$

Para el nitrógeno

$$100 : 55,545 = 168,072 : u \quad u = 56,04$$

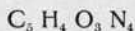
Acido úrico	168,072
-------------	---------

Valores aproximados

y la proporción atómica por los cocientes:

Carbono. . . . .	60 : 12 = . . . . .	5
Hidrógeno.. . . . .	4,032 : 1,008 = ..	4
Oxígeno.. . . . .	48 : 16 = . . . . .	3
Nitrógeno.. . . . .	56,04 : 14,01 = .. .	4

Luego la fórmula empírica del ácido úrico es



## II

**23.**—Como se ve, las fórmulas empíricas son la síntesis donde se hallan acumuladas importantes relaciones y desde luego conviene saber deducir á partir de ellas *el peso molecular, la composición centesimal, la volumétrica y la cantidad de un elemento cualquiera contenido en una de sus combinaciones.*

**a. Peso molecular.**—Se calcula sumando los pesos de los átomos, ó lo que es igual, sumando los productos que resultan de multiplicar el número de átomos de cada cuerpo por su peso atómico respectivo.

**EJEMPLO.**—*Propongámonos calcular el peso molecular de la quinina  $C_{20} H_{24} N_2 O_2$ .*

Se tendrá:

$$\begin{aligned} P_m &= 12 \times 20 + 1,008 \times 24 + 14,01 \times 2 + 16 \times 2 \\ &= 240 + 24,192 + 28,02 + 32 \\ &= 524,212. \end{aligned}$$

**b. Composición centesimal.**—Se principia calculando el peso molecular como se ha dicho, estableciendo después proporciones para referir á 100 la composición de la molécula.

EJEMPLO. — *Hallar la composición centesimal del alcohol ordinario*  $C_2 H_6 O$ .

Para comprender mejor el cálculo, convendrá disponerlo en la siguiente forma:

$$\begin{array}{r}
 C_2 \dots\dots = 12 \times 2 \dots\dots 24 \\
 H_6 \dots\dots = 1,008 \times 6 \dots\dots 6,048 \\
 O \dots\dots = 16 \times 1 \dots\dots 16 \\
 \hline
 C_2 H_6 O \dots\dots\dots 46,048 \dots\dots \text{Peso molecular.}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Composi-} \\ \text{ción de la} \\ \text{molécula.} \end{array}$$

Cabono en 100

$$46,048 : 24 = 100 : x \qquad x = 52,119 \dots\dots$$

Hidrógeno en 100

$$46,048 : 6,048 = 100 : y \qquad y = 15,154 \dots\dots$$

Oxígeno en 100

$$46,048 : 16 = 100 : z \qquad z = 34,746 \dots\dots$$

$$x + y + z = 99,999 \dots\dots$$

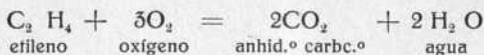
**c. Composición volumétrica.** — Se establece fácilmente considerando, que las moléculas de los cuerpos simples y compuestos representan *dos volúmenes* de vapor teórico y el átomo, en general, *un volumen* (1).

En el caso de amoniaco ( $N H_3$ ), tendremos:

(1) Las moléculas de algunos cuerpos simples (gases nobles, vapor de mercurio y cadmio, etc.), son monoatómicas y las de otros, (fósforo ordinario, arsénico), tetratómicas. Las moléculas de azufre a la temperatura ordinaria contienen 8 átomos; á 450° la densidad del vapor corresponde á la fórmula  $S_8$ , que se va simplificando ( $S_8 = 3S_2$ ) hasta convertirse en  $S_2$  (molécula normal) á más de 1000°.

Componentes	{	N. . . . .	1	volumen
		H <sub>3</sub> . . . . .	3	volúmenes
		Total. . . . .	4	volúmenes
Compuesto		N H <sub>3</sub> . . . . .	2	volúmenes
		Contracción	$\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$	

Con la misma facilidad se pueden conocer las relaciones volumétricas existentes entre cuerpos que producen una reacción determinada. Así por ejemplo; la combustión completa del etileno por oxígeno representada por la ecuación



se cumple interviniendo,

C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	=	. . . . .	2	volúmenes
3 O <sub>2</sub>	=	3 × 2 . . .	6	»
2 CO <sub>2</sub>	=	2 × 2 . . .	4	»
2 H <sub>2</sub> O	=	2 × 2 . . .	4	»      de vapor

de donde se deduce:

1.º *Para quemar 1 volumen de etileno, son necesarios 3 volúmenes de oxígeno.*

2.º *En la combustión de 1 volumen de etileno se producen 2 volúmenes de anhídrido carbónico y 2 de vapor de agua. A la temperatura ordinaria el agua se condensa restando en consecuencia los 2 volúmenes de anhídrido carbónico.*



3.º *El volumen de etileno quemado es igual á la mitad del volumen de carbónico producido ó sea á la mitad del volumen gaseoso que resulta después de la combustión.*

De estas relaciones volumétricas se saca gran partido en la rama especial de análisis de gases.

d. *Cantidad de un elemento contenido en un peso dado de cualquiera de sus combinaciones.* Se calcula el peso molecular con la fórmula del compuesto, se establece igualdad entre las relaciones del peso molecular á la cantidad de elemento contenido en la molécula y del peso dado al que se busca, y se resuelve la proporción que así resulta.

Si  $p$  es el peso de compuesto,  $P_m$  su peso molecular,  $C$  la cantidad del elemento considerado contenido en  $P_m$  y  $x$  la contenida en  $p$ , se tiene

$$P_m : C = p : x$$

de donde

$$x = \frac{C}{P_m} p \quad [50]$$

A la relación ó cociente  $\frac{C}{P_m}$  se llama *factor analítico* porque se usa con frecuencia en los trabajos de análisis al traducir en números los resultados de la investigación. Las Agendas y Memorándum químicos contienen de ordinario tablas nutridas de factores analíticos correspondientes á las *formas ponderables* más corrientes de cada cuerpo.

EJEMPLO.—*Calcular la cantidad de plata contenida en 10 gramos de nitrato puro,  $N O_3 A_g$ .*



N . . . . .	14,01	}	Composición molecular
O <sub>3</sub> . . . . .	48		
A <sub>g</sub> . . . . .	107,93		
NO <sub>3</sub> A <sub>g</sub> . .		169,94    Peso molecular	

y según la [50]

$$x = \frac{107,93}{169,94} 10^{gr} = 0,6351\dots \times 10^{gr} = 6^{gr} ,351\dots$$

Como se ve, el *factor analítico* de la plata en el caso del nitrato es 0,6351....., número por quien se deberá multiplicar siempre el peso de nitrato argéntico que se considere, para saber la plata que contiene.

### III

**63.—Reacción ó ecuación química** es la expresión simbólica de los cambios materiales operados en un cuerpo ó sistema de cuerpos que experimenta una transformación.

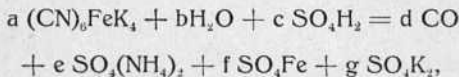
Toda ecuación química ó *fórmula química de una reacción*, consta de dos miembros: En el primero figura el cuerpo ó sistema de cuerpos que se transforman y en el segundo el resultado de la transformación.

Conservándose siempre la *naturaleza de la materia simple*, deben existir en los dos miembros los símbolos de los mismos cuerpos simples y como por otro lado, la *conservación de la masa ó peso* hace indispensable que el símbolo de cada cuerpo simple se repita el mismo número de veces en cada miembro, resulta que, al escribir la fórmula química de una reacción y después de sentar los diversos materiales, se necesita calcular los *coeficientes* que deben afectar á las fórmulas de cada substancia para que se satisfagan las condiciones anteriores.

Ordinariamente el cálculo de los coeficientes es cosa sencilla que se resuelve por tanteo, habiendo algo de costumbre, pero si ofrece dificultades, *se anteponen coeficientes literales, se forma un sistema de ecuaciones indeterminadas y se resuelve asignando valor á uno de esos coeficientes.*

EJEMPLO.—Actuando el ácido sulfúrico ( $\text{SO}_4\text{H}_2$ ) en determinadas condiciones de concentración y temperatura sobre el ferrocianuro potásico  $[(\text{CN})_6\text{FeK}_4]$ , se obtiene óxido de carbono (CO) y los sulfatos de amonio  $[\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2]$ , potasio ( $\text{SO}_4\text{K}_2$ ) y hierro ( $\text{SO}_4\text{Fe}$ ). Calcular los coeficientes de la ecuación química correspondiente.

Llamando á estos coeficientes *a, b, c, d, e, f* y *g*, tendremos la reacción



de donde se deducen las ecuaciones indeterminadas siguientes:

Para el carbono

$$6 a = d \quad (I)$$

» » nitrógeno

$$6 a = 2 e \quad (II)$$

» » hierro

$$a = f \quad (III)$$

» » potasio

$$4 a = 2 g \quad (IV)$$

» » hidrógeno

$$2 b + 2 c = 2 \times 4 e \quad (V)$$

» » oxígeno

$$b + 4 c = d + 4 e + 4 f + 4 g \quad (VI)$$

» » azufre

$$c = e + f + g \quad (VII)$$

Si hacemos  $a = 1$ , resulta:

De la (I)

$$6 = d \quad \text{luego } d = 6$$

» » (II)

$$6 = 2 e \quad \text{» } e = 3$$

» » (III)

$$1 = f \quad \text{» } f = 1$$

» » (IV)

$$4 = 2 g \quad \text{» } g = 2$$

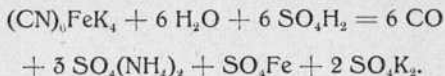
» » (VII)

$$c = 3 + 1 + 2 \quad \text{» } c = 6$$

» » (V)

$$2 b + 2 \times 6 = 2 \times 4 \times 3 \quad \text{» } b = 6$$

valores que sustituidos en su lugar dan la ecuación química completa:



#### IV

**25.**—Con las fórmulas químicas de las reacciones y utilizando los pesos moleculares, se resuelve el problema de la manipulación química que afecta dos formas:

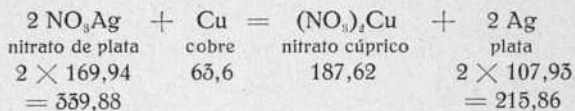
1.º *Dada una materia (en peso ó volumen), calcular la cantidad de la que ha de actuar sobre ella, así como el peso ó volumen de los cuerpos que resultan.*

2.º *Conocida la cantidad de materia que se desea obtener (en peso ó en volumen), calcular las que deben ponerse en reacción.*

Ambas cuestiones, que realmente son inversas, pueden tratarse de una manera general, estableciendo proporciones entre los productos que reaccionan y los resultantes de la reacción ó entre unos y otros, puesto que los cuerpos actúan en cantidades proporcionales á sus pesos moleculares, pero se comprenderá más fácilmente el concepto con los siguientes ejemplos:

1.º *Calcular la cantidad de cobre necesaria para descomponer 25 gramos de nitrato de plata, así como el nitrato cúprico que se formará y la plata que se pone en libertad.*

Consignemos primero la reacción que se verifica y los pesos moleculares correspondientes:



Si llamamos  $x$  al *cobre* que interviene,  $y$  al *nitrato cúprico* que se forma y  $z$  á la *plata* puesta en libertad, se tiene:

Para el cálculo del cobre

$$339,88 : 65,6 = 25^{\text{gr}} : x \quad x = 4^{\text{gr}},678. . . . .$$

Para el cálculo del nitrato cúprico

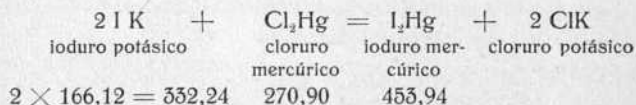
$$339,88 : 187,62 = 25^{\text{gr}} : y \quad y = 13^{\text{gr}},800. . . . .$$

Para el cálculo de la plata

$$339,88 : 215,86 = 25^{\text{gr}} : z \quad z = 15^{\text{gr}},877. . . . .$$

2.º *Calcular las cantidades de ioduro potásico y cloruro mercúrico que son necesarias para obtener 50 gramos de ioduro mercúrico.*

Reacción y pesos moleculares



Si  $x$  é  $y$  expresan respectivamente las cantidades de *ioduro potásico* y *cloruro mercúrico*, se tiene:

Para calcular el ioduro potásico

$$455,94 : 552,24 = 50^{\text{gr}} : x \quad x = 36^{\text{gr}},595. \dots$$

Para calcular el cloruro mercuríco

$$455,94 : 270,90 = 50^{\text{gr}} : y \quad y = 29^{\text{gr}},858. \dots$$

ADVERTENCIAS.—1.<sup>a</sup> Dado el carácter de las relaciones que se establecen para el cálculo de los cuerpos, los gases resultan expresados en cada reacción con el doble concepto de peso y de volumen, puesto que la molécula-gramo representa para todos ellos  $22^l,384$  á  $0^{\circ}$  y  $760^{\text{mm}}$ , según sabemos. Es, pues, posible sin recurrir al peso de éstos, cuando no precisa su conocimiento, establecer proporcionalidad entre los pesos de los cuerpos que no afectan tal estado y los volúmenes de los gases que intervienen en la fórmula química de una reacción y vice-versa, lo que abrevia notablemente la solución de las cuestiones.

Si intervienen como datos volúmenes gaseosos en condiciones no normales, se necesita una operación preliminar para referirlos á  $0^{\circ}$  y  $760^{\text{mm}}$ . Por el contrario los calculados en estas condiciones, deberán referirse por operación complementaria á las que se determinen en el enunciado del problema.

2.<sup>a</sup> En las reacciones químicas se formulan los cuerpos en estado de pureza y si esto no sucede en la práctica, precisa conocer el tanto por 100 de impurezas para calcular, en el momento oportuno, la cantidad de producto puro que representa el bruto que interviene como dato, ó deducir el producto bruto que es necesario poner en juego para que se disponga del total puro.

De los productos que por su naturaleza especial circulan en el comercio y se usan de ordinario en disolución

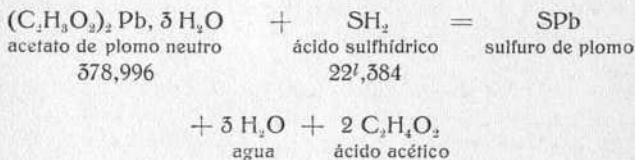
acuosa, se necesita conocer el grado de concentración, porque de él depende su riqueza en producto útil.

5.<sup>a</sup> Presentándose gran número de sustancias que independientemente de su pureza contienen agua de cristalización, deberá concretarse si intervienen como anhídros ó hidratadas. Esta consideración no introduce modificaciones en el planteo ni resolución de las cuestiones, porque si los cuerpos cristalizados son especies químicas perfectamente definidas contengan ó no agua de cristalización, podrá prescindirse de su intervención en la fórmula química de las reacciones, pero debe tenerse presente en los cálculos y pesos moleculares. Generalmente, en las moléculas de los cuerpos cristalizados se hace figurar el agua que contienen, pero se puede proceder como si fueran anhídros, hallando en el momento preciso, por operaciones complementarias, los pesos de los cristalizados correspondientes.

Aplicaciones de las advertencias consignadas, se encuentran en los siguientes ejemplos:

1.<sup>o</sup> *Determinar el volumen de ácido sulfhídrico, considerado á 22° y 717<sup>mm</sup> de presión, que se invertirá en precipitar el plomo contenido en 50 gramos de acetato plúmbico neutro cristalizado.*

El acetato de plomo cristalizado corresponde á la fórmula  $(C_2H_3O_2)_2 Pb, 5H_2O$  y la reacción que se verifica es





Para calcular el volumen de gas sulfhídrico á 0° y 760<sup>mm</sup>, se tiene:

$$378,996 : 22^l,584 = 30 : x$$

de donde

$$x = 1^l,771.....$$

que referido á 22° y 717<sup>mm</sup> por medio de la [11] resulta:

$$V_{22^o} = \frac{760 \times 1^l,771 (1 + 0,003663 \times 22)}{717} = 2^l,028.....$$

2.º *Calcular la cantidad de ácido clorhídrico de 22° B<sup>e</sup> que neutraliza á 500 gramos de sosa cáustica comercial de 96 por 100.*

Reacción y pesos moleculares



Como en los 500 gramos de producto comercial hay 480 de NaOH, se calcula el ácido clorhídrico por la proporción:

$$40,058 : 36,458 = 480^{gr} : x$$

de donde

$$x = 436^{gr},862.....$$

Según la tabla VIII, el ácido clorhídrico de 22° B<sup>e</sup> contiene 35<sup>gr</sup>,39 de ácido verdadero (ClH) por 100; luego para disponer de los 436<sup>gr</sup>,862 que son necesarios, habrá que tomar la cantidad  $x'$  del producto comercial dada por la proporción

$$35,39 : 100 = 436^{gr},862 : x'$$

de donde

$$x' = 1254^{gr},42.....$$

El producto  $x'$  puede calcularse en volumen, haciendo uso de la columna 4.<sup>a</sup> de la referida tabla. En efecto: si el ácido de 22° B<sup>e</sup> contiene 418<sup>gr</sup> de ClH por litro, el volumen necesario para disponer de 456<sup>gr</sup>,862 será

$$\frac{456,862}{418} = 1,045.....$$

Próximamente se obtiene el mismo resultado haciendo uso de la [53] si se reemplaza P por 1254<sup>gr</sup>,42 y D por 1,185 que corresponde en la tabla á los 22° B<sup>e</sup>. Procediendo de esta suerte se tiene en efecto:

$$V = \frac{1254,42}{1,18} = 1046^{\text{cc}},1.....$$

ó sea en números redondos 1<sup>l</sup>,046.

# PARTE ESPECIAL

## PROBLEMAS

### Sección primera

#### I

Determinar el número de experimentos que podrán efectuarse con una bomba calorimétrica de 350<sup>cc</sup> de capacidad y oxígeno comprimido á 25 atmósferas, disponiendo de un tubo de acero de 15<sup>cm</sup> de diámetro interior y 80<sup>cm</sup> de altura, con oxígeno comprimido á 150 atmósferas.

a. Expresándose el volumen del cilindro por la fórmula  $\pi r^2 a$ , la capacidad del tubo en cuestión será

$$3,14159 \times 7,5^2 \times 80^{\text{cm}} = 14137^{\text{cc}}, 155$$

y lleno de oxígeno á 150 atmósferas, representa á 25 un volumen [2]

$$V' = \frac{150}{25} 14137^{\text{cc}}, 155 = 84822^{\text{cc}}, 93.$$



b. Si para llenar la bomba calorimétrica se pone en comunicación con el cilindro, éste no puede agotarse y quedará al final lleno de oxígeno á 25 atmósferas. El volumen total utilizable, será por consiguiente:

$$84822^{00},93 - 14137^{00},155 = 70685^{00},775$$

y el número de experimentos realizables

$$70685,775 : 350 = 201,959.....$$

es decir, 202 en números redondos.

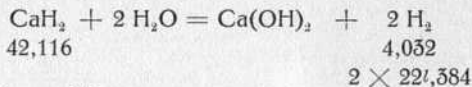
## II

Con 250 gramos de hidrolita ( $\text{CaH}_2$ ) de 90 por 100, ¿qué volumen de hidrógeno se obtendrá en condiciones normales de presión y temperatura?

Como lo hidrolita citada representa

$$\frac{250}{100} 90 = 225 \text{ gramos de la especie } \text{CaH}_2,$$

en virtud de la reacción



se puede escribir:

$$42,116 : 2 \times 22',384 = 225 : x$$

de donde

$$x = 239',168..... \text{ de hidrógeno (1).}$$

---

(1) Si además del volumen hubiera que conocer el peso de hidrógeno (lo mismo puede decirse de cualquier otro gas), podría calcularse en función de aquel por la [19], utilizando la densidad ó con la [24],

### III

¿Qué cantidad de clorato potásico se debe descomponer para llenar de oxígeno comprimido á 200 atmósferas un cilindro de acero de 20<sup>cm</sup> de diámetro interior y 80<sup>cm</sup> de altura? (*Temperatura 0°*).

a. Desde luego el volumen del cilindro es

$$3,14159 \times 10^3 \times 80^{\text{cm}} = 21532^{\text{cc}},72$$

ó

25,133 litros aproximadamente,

y el gas que puede alojar comprimido á 200 atmósferas representa á la presión ordinaria un volumen [2]

$$V' = \frac{200}{1} 25^{\text{l}},133 = 5026,600 \text{ litros}$$

---

valléndose del peso molecular. La [18] sirve para el caso de volúmenes gaseosos en condiciones no normales.

También puede hallarse el peso en primer término, pasando después al volumen con la [25]. Así, en el ejemplo propuesto, se tendría para calcular el peso de hidrógeno:

$$42,116 : 4,052 = 225^{\text{gr}} : y$$

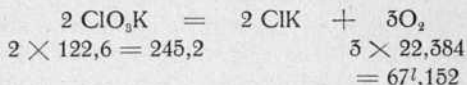
en donde

$$y = 21^{\text{gr}},5405.....$$

Y para el volumen

$$V = \frac{21,5405}{2,016} 22^{\text{l}},584 = 239^{\text{l}},1679.....$$

b. El clorato potásico necesario para obtener los 5026,60 litros de oxígeno, se calcula en virtud de la reacción



escribiendo:

$$67,152 : 245,2 = 5026,6 : x$$

de donde

$$x = 18554,21 \dots \text{ de clorato}$$

ó sea, aproximadamente

18,554 kilogramos.

#### IV

Calcular la composición centesimal del agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y los gases que se obtienen en la electrolisis de 1 litro de este líquido, estableciendo su relación volumétrica.

a. La composición centesimal se deduce de la molecular

$$\begin{array}{r}
 \text{H}_2 = 1,008 \times 2 \dots \dots \dots 2,016 \\
 \text{O} = 16 \times 1 \dots \dots \dots 16 \\
 \hline
 \text{H}_2\text{O} = \dots \dots \dots 18,016
 \end{array}$$

por las siguientes proporciones:

Para el hidrógeno

$$18,016 : 2,016 = 100 : x \quad x = 11,190. . .$$

Para el oxígeno

$$18,016 : 16 = 100 : y \quad y = 88,809. . .$$

$$x + y = 99,999. . .$$

b. Según la composición centesimal expuesta, al descomponer por la corriente eléctrica 1 litro de agua, que pesa 1000 gramos, se obtiene, aproximadamente, 111<sup>gr</sup>,90 de hidrógeno y 888<sup>gr</sup>,09 de oxígeno, ó sea en volumen [25]

$$\text{Hidrógeno. . . } \frac{111^{\text{gr}},90}{2,016} 22^{\text{l}},384 = 1242^{\text{l}},42. . .$$

$$\text{Oxígeno. . . . } \frac{888^{\text{gr}},09}{32} 22^{\text{l}},384 = 621^{\text{l}},21. . . .$$

c. Como se ve con facilidad, 1242,42 es el duplo de 621,21. Luego el agua se forma mediante la unión de 1 volumen de oxígeno con 2 de hidrógeno.

## V

Calcular las cantidades de cloruro sódico fundido, ácido sulfúrico de  $D = 1,84$  y agua, necesarias para obtener 1250<sup>cc</sup> de ácido clorhídrico de 22°,5 B<sup>e</sup> suponiendo que la reacción se efectúa en vasija de vidrio.

**a. Composición del ácido.** — Correspondiendo los 22°,5 B° á la densidad 1,185 (véase tabla VIII), la disolución clorhídrica que se desea obtener pesará [52]

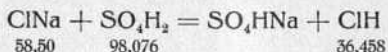
$$1250 \times 1,185 = 1481,25 \text{ gramos.}$$

Por otra parte, según la citada tabla, el ácido de 22,5 B° tiene en peso 36,31 por 100 de gas clorhídrico; luego á los 1481<sup>gr</sup>,25 corresponden

$$\frac{1481^{\text{gr}},25}{100} 36,31 = 537^{\text{gr}} 842,..... \text{ de ClH}$$

y la diferencia hasta 1481<sup>gr</sup>,25 ó sea 943<sup>gr</sup>,408, será el peso del agua

**b. Cálculo del cloruro sódico y ácido sulfúrico.**  
—Fundándose en la reacción



tendremos:

Para el cloruro sódico

$$36,458 : 58,50 = 537,842 : x$$

Para el ácido sulfúrico, supuesto absoluto ó puro

$$36,458 : 98,076 = 537,842 : y$$

de donde

$$x = 865,015. . . . . \text{ gramos de ClNa}$$

$$y = 1446,855. . . . . \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \text{SO}_4\text{H}_2$$



Como el sulfúrico que se utiliza es de  $D = 1,84$  y tiene 95,60 por 100 en peso de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  (véase tabla IX), se deben emplear

$$\frac{1446,853}{95,60} 100 = 1513,44 \text{ gramos.}$$

En resumen, para obtener 1250<sup>cc</sup> de ácido clorhídrico de 22°,5 B<sup>e</sup>, se necesitan 863<sup>gr</sup>,013 de cloruro sódico fundido y 1513<sup>gr</sup>,44 de ácido sulfúrico con  $D = 1,84$ , recibiendo el gas sobre 943<sup>gr</sup>,408 de agua.

## VI

Averiguar la cantidad de cloruro de cal comercial de 28 por 100 que se invertirá en purificar el aire de una habitación de 7 metros de longitud, 5 de ancho y 4 de altura, si contiene á 20° y 708<sup>mm</sup> de presión, ácido sulfhídrico en la proporción de 1 por 5500.

a. La capacidad de la habitación es

$$7 \times 5 \times 4 = 140^{\text{mc}} = 140000 \text{ litros}$$

y el ácido sulfhídrico contenido

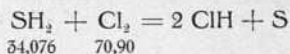
$$\frac{140000}{5500} = 25',4545.....$$

ó sea en peso [18]

$$P = 25,4545 \times 1,1895 \times 1,29394 \frac{708}{760 (1 + 0,003663 \times 20)}$$

$$= 33^{\text{gr}},994 \text{ aproximadamente.}$$

b. En virtud de la reacción



se puede escribir:

$$34,076 : 70,90 = 33,994 : x$$

de donde

$$x = 70,729 \text{..... de cloro}$$

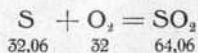
y en consecuencia el cloruro de cal comercial de 28 por 100 que se invertirá en destruir el sulfhídrico asciende á

$$\frac{70,729}{28} 100 = 252,60 \text{ gramos, aproximadamente.}$$

## VII

Calcular el anhídrido sulfuroso que se produce al quemarse 5 kilogramos de azufre y el volumen de ácido sulfúrico de 56° B<sup>e</sup> que á partir de aquel puede obtenerse.

a. Cálculo del anhídrido sulfuroso.—Fundándose en la reacción



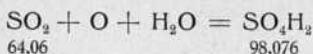
se tiene;

$$32,06 : 64,06 = 5^{\text{kg}} : x$$

de donde

$$x = 9,9906 \text{..... de SO}_2$$

b. Cálculo del ácido sulfúrico anhidro.— Considerando la reacción



se puede escribir:

$$64,06 : 98,076 = 9^{\text{kg}},9906 : y$$

de donde

$$y = 15^{\text{kg}},2956 \dots \text{ de } \text{SO}_4\text{H}_2$$

c. Cálculo del ácido sulfúrico de 65° B<sup>e</sup>.—Según la tabla IX, el ácido de 65° B<sup>e</sup> contiene 90,05 por 100 de la especie  $\text{SO}_4\text{H}_2$ , luego los 15<sup>kg</sup>,2956 de ácido anhidro representan

$$\frac{15,2956}{90,05} 100 = 16^{\text{kg}},9856 \dots \text{ de ácido á } 65^\circ \text{ B}^e$$

ó sea en volumen [53]

$$\frac{16,9856}{1,82} = 9^{\text{l}},332 \dots$$

Luego con 5 kilogramos de azufre pueden obtenerse 9<sup>l</sup>,332 de ácido sulfúrico de 65° B<sup>e</sup>.

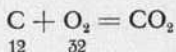
## VIII

Considerando el aire á 15° y 710<sup>mm</sup> de presión, calcular el volumen necesario para quemar 4 bujías esteáricas de 75 gramos de peso cada una, sabiendo que el ácido esteárico contiene 75,979 ..... 12,764 ..... y 11,256 ..... respectivamente de carbono, hidrógeno y oxígeno por 100.

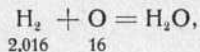
a. Las 4 bujías pesan  $75^{\text{gr}} \times 4 = 300$  gramos y representan aproximadamente:

Carbono. . . .	$227^{\text{gr}}, 957. . .$	}	$299^{\text{gr}}, 997. . .$
Hidrógeno. . .	$38^{\text{gr}}, 292. . .$		
Oxígeno. . . .	$35^{\text{gr}}, 768. . .$		

b. Según las reacciones



y



en la combustión completa del carbono se invertirá

$$\frac{227^{\text{gr}}, 957}{12} 32 = 607^{\text{gr}}, 852 \text{ de oxígeno}$$

y en la del hidrógeno

$$\frac{38,292}{2,016} 16 = 305^{\text{gr}}, 904. . . .$$

ó sea en total  $911^{\text{gr}}, 756$ ; pero como los 300 gramos de ácido esteárico contienen  $35^{\text{gr}}, 768$  de oxígeno, se necesita disponer de  $877^{\text{gr}}, 968$ , que en volumen á  $0^\circ$  y  $760^{\text{mm}}$  representan [25]

$$\frac{877,968}{32} 22,384 = 614^{\text{l}}, 138 \text{ en números redondos.}$$

c. Aproximadamente el aire contiene 21 por 100 de oxígeno y en consecuencia los  $614^{\text{l}}, 138$  de éste suponen

$$\frac{614,138}{21} 100 = 2924,466..... \text{ litros de aire,}$$

que referidos á 15° y 710<sup>mm</sup> de presión [11], resulta

$$\frac{2924,466 \times 760 (1 + 0,003663 \times 15)}{710} = 3302,414.....$$

## IX

El agua que absorbe 950 veces su volumen de amoniaco ¿qué tanto por 100 en peso contiene de este gas?

Supongamos, para mayor claridad, expresados los volúmenes en litros. Como la molécula de amoniaco (NH<sub>3</sub>) pesa 17,034, á los 950 litros de gas corresponderá [24]

$$\frac{17,034 \times 950}{22,384} = 722,940..... \text{ gramos}$$

y la disolución resultante

1 litro de agua.. . . . .	1000	gramos	
950 litros de gas amoniaco .	722,940		>
TOTAL. . . . .	1722,940		>

El problema se resuelve con la proporción

$$1722,94 : 722,94 = 100 : x$$

en donde

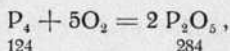
$$x = 41,959.....$$

Luego la disolución contiene 41,959 por 100 en peso de amoniaco.

X

Con el anhídrido fosfórico resultante de quemar 25 gramos de fósforo ¿qué peso de los ácidos meta, piro y ortofosfórico puede obtenerse y en qué proporción por 100 intervendrá el agua en cada caso?

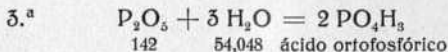
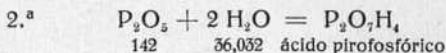
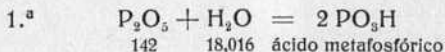
a. En virtud de la reacción



quemándose 25 gramos de fósforo se producirán

$$\frac{284 \times 25^{\text{gr}}}{124} = 57^{\text{gr}}, 258 \dots \text{ de anhídrido fosfórico.}$$

b. El anhídrido fosfórico actúa con el agua en las tres proporciones siguientes:



y basta calcular el agua para obtener el ácido producido (1).

---

(1) Puede calcularse directamente el ácido, pero no conviene en este caso, atendiendo á la segunda parte del problema.

1. <sup>a</sup> proporción.	Agua = $\frac{57^{\text{gr}},258 \times 18,016}{142} = 7^{\text{gr}},264\dots$
	Anhidrido. . . . . $\frac{57^{\text{gr}},258\dots}{\dots}$
	Acido metafosfórico . . . . . $64^{\text{gr}},522\dots$
2. <sup>a</sup> proporción.	Agua = $\frac{57^{\text{gr}},258 \times 36,032}{142} = 14^{\text{gr}},528\dots$
	Anhidrido. . . . . $\frac{57^{\text{gr}},258\dots}{\dots}$
	Acido pirofosfórico.. . . . $71^{\text{gr}},786\dots$
3. <sup>a</sup> proporción.	Agua = $\frac{57^{\text{gr}},258 \times 54,048}{142} = 21^{\text{gr}},795\dots$
	Anhidrido. . . . . $\frac{57^{\text{gr}},258\dots}{\dots}$
	Acido ortofosfórico.. . . . $79^{\text{gr}},051\dots$

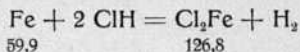
c. La cantidad de agua por 100 de ácido resulta de los cocientes:

Acido metafosfórico. . .	$\frac{7,264}{64,522} 100 = 11,25\dots$	de agua.
» pirofosfórico . . .	$\frac{14,528}{71,786} 100 = 20,23\dots$	» »
» ortofosfórico . . .	$\frac{21,795}{79,051} 100 = 27,56\dots$	» »

## XI

**Cacular el volumen de cloro considerado á 15° y 700<sup>mm</sup> de presión, que intervendrá al transformar en cloruro férrico el ferroso resultante de disolver 30 gramos de hierro en ácido clorhídrico.**

a. En virtud de la reacción



se puede escribir:

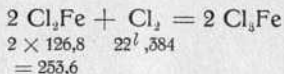
$$55,9 : 126,8 = 30^{\text{gr}} : x$$

de donde

$$x = 68^{\text{gr}},05\dots$$

Luego los 30 gramos de hierro producen 68,05 gramos de cloruro ferroso al disolverse en el clorhídrico.

b. El cloruro ferroso pasa á férrico según la reacción



y el volumen de cloro necesario á 0° y 760<sup>mm</sup> podrá determinarse con la proporción

$$253,6 : 22,384 = 68^{\text{gr}},05 : y$$

en donde

$$y = 6^{\text{l}},0064\dots$$

ó sea, á 15° y presión de 700<sup>mm</sup> [11]

$$V_{15^{\circ}} = \frac{6^{\text{l}},0064 \times 760 (1 + 0,003663 \times 15)}{700} =$$

6<sup>l</sup>,8795..... de cloro.



XII

¿Qué proporción de aluminio por 100 contiene el alumbre amoniacal y qué cantidad se debe calcinar de éste compuesto para obtener 100 gramos de alúmina?

a. Correspondiendo el alumbre amoniacal á la fórmula



su composición molecular puede expresarse:

S . . . . .	32,06	}		
O <sub>4</sub> . . . . .	<u>64</u>	}		
SO <sub>4</sub> . . . . .	96,06	. . .	(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . . .	288,18
			Al <sub>2</sub> . . . . .	<u>54,2</u>
			<u>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>2</sub> . . .</u>	342,38
			SO <sub>4</sub> . . . . .	96,06
N . . . . .	14,01	}		
H <sub>4</sub> . . . . .	<u>4,032</u>	}		
NH <sub>4</sub> . . . . .	18,042	. . .	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	<u>36,084</u>
			<u>SO<sub>4</sub>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> . . .</u>	132,144
			— 132,144	
H <sub>2</sub> . . . . .	2,016	}		
O . . . . .	<u>16</u>	}		
H <sub>2</sub> O . . . . .	18,016	. . .	<u>24H<sub>2</sub>O . . .</u>	432,384
			— 432,384	
			<u>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>2</sub> · SO<sub>4</sub>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 24H<sub>2</sub>O . . .</u>	906,908

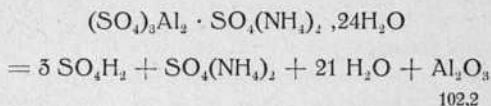
El aluminio por 100 se calcula por la proporción:

$$906,908 : 54,2 = 100 : x$$

de donde

$$x = 5,9763..... \text{ de aluminio}$$

b. La descomposición del alumbre amoniacal por el calor se formula:



y en consecuencia la proporción

$$102,2 : 906,908 = 100 : y,$$

resuelve la segunda parte del problema. Como

$$y = 887^{\text{er}}, 385 \dots$$

resulta, que para obtener 100 gramos de sexquíóxido de aluminio, hay que calcinar 887,385 gramos de alumbre amoniacal.

### XIII

**Deducir la valencia del cadmio sabiendo que 100 partes de cloruro anhidro contienen 38,68 de cloro y 61,32 de cadmio.**

Tomando el cloro como unidad, la molécula de cloruro cádmico será  $\text{Cd Cl}_x$  y  $112,4 + 35,45 x$  su peso molecular; y como la relación entre el peso de esta molécula al cloro en ella contenido ha de ser la misma que de 100 á 38,68, se tendrá:

$$\frac{112,4 + 35,45 x}{35,45 x} = \frac{100}{38,68}$$

de donde

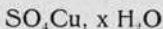
$$x = 2 \text{ aproximadamente.}$$

Luego la fórmula del cloruro cádmico es  $\text{Cl}_2\text{Cd}$  y 2 la valencia del metal.

#### XIV

**Deducir la fórmula del sulfato cúprico cristalizado sabiendo que por la acción del calor pierde, aproximadamente, 36,0695 por 100 de agua.**

Desde luego se puede asignar al sulfato en cuestión la fórmula



y el peso molecular

$$\begin{aligned} 32,06 + 16 \times 4 + 63,6 + x(1,008 \times 2 + 16) \\ = 159,66 + x 18,016, \end{aligned}$$

y como entre el agua contenida en la molécula del sulfato cristalizado y el peso total existe la relación

$$\frac{36,0695}{100} = 0,360695\dots$$

tendremos:

$$\frac{x 18,016}{159,66 + x 18,016} = 0,360695\dots$$

De donde

$$x = 5$$

Luego el sulfato cúprico cristalizado corresponde á la fórmula  $\text{SO}_4\text{Cu}, 5 \text{ H}_2\text{O}$ .

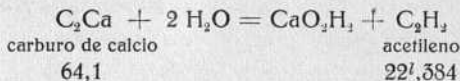
XV

Determinar el grado de pureza de un carburo de calcio comercial sabiendo, que 1 gramo de producto al reaccionar con el agua produce, á 16° y 760<sup>mm</sup> de presión, midiendo sobre mercurio con igualdad de niveles, 370<sup>cc</sup> de gas acetileno.

a. Interviniendo el agua en la reacción productora del acetileno y desarrollándose además mucho calor, debemos considerar que el gas resulta saturado de vapor de agua y por tanto, aplicando la [16] para reducir el volumen, tendremos:

$$V_0 = \frac{370^{cc} (760 - 13,5)}{760 (1 + 0,003663 \times 16)} = \frac{276205}{804,54208} = 343^{cc},50..... \text{ de acetileno á } 0^\circ \text{ y } 760^{mm}$$

b. En virtud de la reacción



se calcula la cantidad de carburo de calcio puro correspondiente á los 343<sup>cc</sup>,5 = 0<sup>l</sup>,3435 de acetileno, por la proporción:

$$22^l,384 : 64^{gr},1 = 0^l,3435 : x$$

de donde

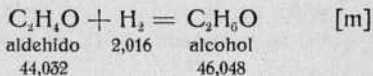
$$x = 0^{gr},9850 \text{ de } C_2Ca \text{ aproximadamente.}$$

Luego si en 1 gramo de carburo comercial hay 0,9850 de producto puro, en 100 habrá 98,50; número que resuelve el problema propuesto.

XVI

Calcular la cantidad de amalgama de sodio al 8 por 100 que se invertirá para transformar en alcohol ordinario 100 gramos de aldehido, así como el ácido acético que debe existir presente en el momento de iniciarse la reducción para que al finalizar sea neutra la reacción del medio.

a. En virtud de la igualdad



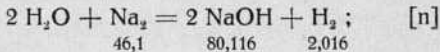
se calcula el hidrógeno que interviene por la proporción

$$44,032 : 2,016 = 100^{\text{er}} : x$$

en donde

$$x = 4^{\text{er}}, 578 \dots \text{ de hidrógeno.}$$

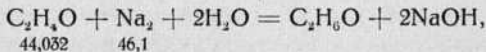
b. El sodio actúa sobre el agua según la reacción



luego para obtener 4<sup>er</sup>, 578 de hidrógeno se precisan

$$\frac{4^{\text{er}}, 578 \times 46,1}{2,016} = 104^{\text{er}}, 685 \dots \text{ de sodio (1)}$$

(1) La cantidad de sodio puede calcularse directamente, sin pasar por la de hidrógeno, en virtud de la reacción



que sintetiza lo expresado por las [m] y [n]



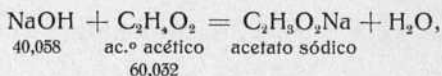
que formando amalgama al 8 por 100 representan

$$\frac{104,685}{8} 100 = 1308^{\text{gr}},56\dots \text{ de amalgama.}$$

c. Por otro lado, 104<sup>gr</sup>,685 de sodio descomponiendo al agua [m], producen

$$\frac{104,685 \times 80,116}{46,1} = 181^{\text{gr}},929\dots \text{ de sosa}$$

y en virtud de la reacción



el acético necesario para sostener ácido el medio reaccionante, hasta finalizar la reducción en que debe quedar neutro, se deduce por la proporción:

$$40,058 : 60,032 = 181^{\text{gr}},929 : y$$

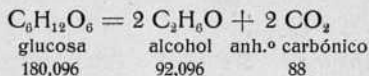
de donde

$$y = 272^{\text{gr}},643\dots \text{ de acético, supuesto anhidro}$$

## XVII

Fermentando la mezcla de glucosas resultante de invertir sacarosa ordinaria, se observa una pérdida de peso de 17 gramos debida al anhidrido carbónico que se desprende. ¿Qué alcohol se habrá producido y que cantidad de sacarosa fué invertida?

a. Las glucosas, de composición expresada por la fórmula  $C_6H_{12}O_6$ , se desdoblan por fermentación según la igualdad (1)



calculándose el alcohol producido en virtud de la proporción:

$$88 : 92,096 = 17^{gr} : x$$

de donde

$$x = 17^{gr},791..... \text{ de alcohol}$$

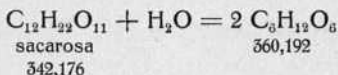
b. Para calcular la glucosa fermentada, escribiremos:

$$88 : 180,96 = 17 : y$$

de donde

$$y = 34^{gr},791..... \text{ de glucosa}$$

y considerando la igualdad



que expresa la inversión de la sacarosa, se puede escribir:

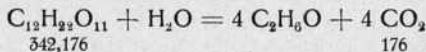
$$360,192 : 342,176 = 34,791 : z$$

resultando

$$z = 35^{gr},05..... \text{ de sacarosa (2).}$$

(1) En realidad el proceso de la fermentación alcohólica es más complicado, formándose, entre otros productos, pequeñas cantidades de glicerina y ácido succínico.

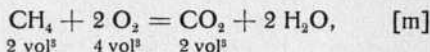
(2) La sacarosa puede también calcularse en función del anhídrido carbónico y sin considerar la glucosa, mediante la reacción:



XVIII

Determinar la proporción volumétrica centesimal de la mezcla detonante de aire y metano ( $\text{CH}_4$ ), así como la composición del gas que resulta después de la explosión.

a. Según la reacción



1 volumen de metano necesita para quemarse 2 de oxígeno y como el aire se compone de 21 volúmenes de oxígeno y 79 de nitrógeno, los dos volúmenes de oxígeno representan

$$\frac{2}{21} 100 = 9,52 \text{ volúmenes de aire aproximadamente}$$

y en consecuencia la mezcla detonante se compone de:

{	Metano . . . . .	1	volumen	
{	Aire. . . . .	9,52	volúmenes	
	Mezcla. . . . .	<u>10,52</u>		}

ó sea por 100, en números redondos:

[A] {	Metano. . . . .	9,50	volúmenes	
	Aire. . . . .	<u>90,50</u>		}
	Mezcla. . . . .	100,00		}

b. Para conocer la composición del gas después de la explosión, conviene considerar por separado el nitrógeno y oxígeno que forman los 90,50 volúmenes de aire.



Al efecto, calculando uno de esos gases, el nitrógeno por ejemplo, según la proporción

$$100 : 79 = 90,50 : x$$

se determina el oxígeno por diferencia y después de efectuadas operaciones se encuentra:

Nitrógeno. . . . .	71,50	volúmenes	aproximadamente
Oxígeno. . . . .	<u>19,00</u>		»
Aire. . . . .	90,50		»

Con estos datos, la composición de la mezcla [A] puede expresarse en la forma siguiente:

{ Metano. . . . .	9,50	volúmenes	
{ Oxígeno. . . . .	19		»
{ Nitrógeno. . . . .	<u>71,50</u>		»
Mezcla. . . . .	100,00		»

Al verificarse la explosión desaparece el oxígeno, los 9,50 volúmenes de metano son reemplazados por igual número de anhídrido carbónico, según se deduce de la reacción [m]; el agua se condensa y el nitrógeno no experimenta alteración. En consecuencia después de la explosión tendremos:

{ Anhídrido carbónico. . .	9,50	volúmenes	
{ Nitrógeno. . . . .	<u>71,50</u>		»
Mezcla. . . . .	81,00		»

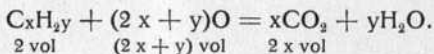
y refiriendo á 100 por simples proporciones, resulta en números redondos:

{Anhidrido carbónico.. . .	11,75 volúmenes	
{Nitrógeno.. . . . .	<u>88,27</u>	»
Mezcla. . . . .	100,00	»

### XIX

¿Qué fórmula empírica corresponde á un carburo de hidrógeno gaseoso á la temperatura ordinaria, que al quemarse consume seis veces su volumen de oxígeno, produciendo cuatro veces su volumen de anhídrido carbónico?

Si asignamos al carburo la fórmula  $C_x H_{2y}$ , su combustión y relaciones volumétricas, quedarán expresadas por la igualdad.



y dadas las condiciones del problema, es fácil deducir que

$$2x + y = 2 \times 6$$

y

$$2x = 2 \times 4$$

ó sea

$$2x + y = 12$$

$$2x = 8$$

de donde

$$x = 4$$

é

$$y = 4$$

y por tanto la fórmula buscada es  $C_4H_8$  (1).

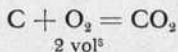
## XX

En una campana curva que contiene granalla de estaño se introducen  $100^{cc}$  de ácido sulfhídrico. Calentando el estaño, se forma sulfuro y queda hidrógeno libre, permaneciendo constante el volumen gaseoso. Averiguar la composición del gas introducido conociendo las densidades del hidrógeno, sulfhídrico y vapor de azufre, expresadas respectivamente por los números 0,06948, 1,1895 y 2,23.

---

(1) Puede resolverse este problema, lo mismo que sus análogos, sin disponer cálculo, por un sencillo razonamiento. En efecto: la molécula de un carburo gaseoso representa siempre, como es sabido, 2 volúmenes y como cada carbono al quemarse produce 2 volúmenes de anhídrido carbónico, el carburo contendrá tantos carbonos como veces el volumen de anhídrido carbónico producido, sea mayor que el del carburo quemado.

Conociendo el número de átomos de carbono y en virtud de la reacción



se deduce el oxígeno que aquellos representan y la diferencia con el concedido en el problema, servirá para hallar el número de átomos de hidrógeno, sabiendo que corresponden 2 por cada átomo ó volumen de oxígeno.

Desde luego y teniendo en cuenta la [19], se puede escribir:

Peso de 100<sup>cc</sup> de sulfhídrico

$$0^l,100 \times 1,1895 \times 1^{er},29349$$

» » » de hidrógeno

$$0^l,100 \times 0,06948 \times 1^{er},29349$$

» » x<sup>cc</sup> de vapor de azufre

$$x \times 2,25 \times 1^{er},29349,$$

y como el peso de un compuesto es igual á la suma de los pesos de los componentes (principio de Lavoisier), tendremos:

$$0^l,100 \times 1,1895 \times 1,29349 = 0^l,100 \times 0,06948 \times 1,29349 \\ + x \times 2,25 \times 1,29349$$

ó

$$0^l,11895 = 0^l,006948 + x \times 2,25$$

de donde, aproximadamente

$$x = 0^l,050$$

ó sea

$$50^{cc}.$$

Luego 100<sup>cc</sup> de hidrógeno, se combinan con 50<sup>cc</sup> de vapor de azufre para formar 100<sup>cc</sup> de ácido sulfhídrico. La relación es por lo tanto de 1 : 2 y al verificarse la combinación se contrae el volumen  $\frac{1}{3}$ .

La relación en peso es de 0,112002 de azufre (1) por 0,006948 de hidrógeno, ó sea aproximadamente como 16 : 1 ó 32 : 2, para que figure entero el peso del átomo de azufre.

## XXI

Descomponiendo por cobre al rojo el vapor procedente de una ampolla de vidrio que contiene 0<sup>gr</sup>,2944 de peróxido de nitrógeno, se han recogido 85<sup>cc</sup> de nitrógeno medidos sobre agua á 25°, 730<sup>mm</sup> de presión y con una diferencia de nivel de 9<sup>cm</sup>,5. ¿Qué fórmula corresponde al expresado cuerpo?

a. Los 85<sup>cc</sup> de nitrógeno considerados en condiciones normales de presión y temperatura representan un volumen [17]

$$V = \frac{(730 - 23,5 - 7) 85^{\text{cc}}}{760 (1 + 0,003665 \times 25)} = 71^{\text{cc}},67\dots$$

ó sea en peso [19]

0<sup>l</sup>,07167  $\times$  0,967  $\times$  1,29349 = 0<sup>gr</sup>,089645..... de nitrógeno.

Restando este peso del peróxido empleado, la diferencia 0<sup>gr</sup>,204755..... expresa el oxígeno contenido, al que corresponde un volumen [25]

$$V = \frac{0,204755}{32} 22^{\text{l}},384 = 0^{\text{l}},145226\dots$$

ó

143<sup>cc</sup>,226.

---

(1) En efecto: prescindiendo para simplificar del factor 1,29349 que aparece en los pesos al principio consignados, se obtendrá el azufre, restando 0,006948, que corresponde al hidrógeno, de 0,11895 que representa al sulfhídrico.



b. Comparando este volumen con el correspondiente del nitrógeno (71<sup>cc</sup>,67), se ve que es aproximadamente doble y dada la relación que existe entre volumen y átomo (§ 23 c), la fórmula del peróxido de nitrógeno será NO<sub>2</sub> ó un múltiplo, pues en todos los casos se satisface la relación volumétrica 1 : 2.

El mismo resultado se obtiene considerando los pesos. En efecto: entre el peso del oxígeno (0<sup>gr</sup>,204755) y el del nitrógeno (0<sup>gr</sup>,089645), existe la misma relación (2,284.....) que entre 32 (2 átomos de oxígeno) y 14,01 (1 átomo de nitrógeno).

Determinando el peso molecular del peróxido de nitrógeno en función de la densidad límite (tabla V), se obtiene:

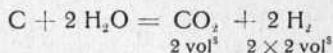
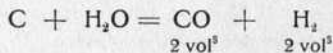
$$P_m = 1,57 \times 28,954 = 45,457.....$$

número próximo á 46,01 que corresponde á la fórmula NO<sub>2</sub>.

## XXII

100<sup>cc</sup> de los gases que resultan al pasar vapor de agua por carbón al rojo, han necesitado 45<sup>cc</sup> de oxígeno para quemarse completamente. Determinar la composición de la mezcla gaseosa.

a. Entre el carbón al rojo y el vapor de agua, se verifican las siguientes reacciones:



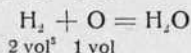
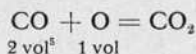
Luego la mezcla gaseosa propuesta, está constituida por anhídrido carbónico, óxido de carbono é hidrógeno en proporciones que llamamos  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , respectivamente, y podremos desde luego escribir:

$$x + y + z = 100^{\text{cc}} \quad [m]$$

b. Por otra parte y según se manifiesta en las reacciones antes expresadas, el volumen de H producido por la primera es igual al de CO y por la segunda, doble del de CO<sub>2</sub>; por tanto

$$y + 2x = z. \quad [n]$$

c. Los cuerpos combustibles de la mezcla gaseosa son el óxido de carbono y el hidrógeno, cuyas combinaciones con el oxígeno pueden formularse:



y como en ambos casos el volumen de O necesario es  $\frac{1}{2}$  del que representan el H y CO, se tiene

$$\frac{y}{2} + \frac{z}{2} = 45^{\text{cc}}$$

ó lo que es igual

$$y + z = 90^{\text{cc}} \quad [o],$$

d. Resolviendo el sistema formado por las ecuaciones [m], [n] y [o], se encuentra fácilmente:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Anhídrido carbónico. . . . . } x = 10^{\text{cc}} \\ \text{Oxido de carbono. . . . . } y = 35^{\text{cc}} \\ \text{Hidrógeno. . . . . } z = 55^{\text{cc}} \end{array} \right\} 100^{\text{cc}}$$

Los 45<sup>cc</sup> de oxígeno se invierten en la siguiente forma:

En quemar 35 <sup>cc</sup> de óxido de carbono.	17 <sup>cc</sup> ,5	}	45 <sup>cc</sup>
» 55 <sup>cc</sup> » hidrógeno. . . . .	27 <sup>cc</sup> ,5		

### XXIII

En un eudiómetro ó pipeta de explosión, se ponen 21<sup>cc</sup> de una mezcla gaseosa formada por metano (CH<sub>4</sub>), etino (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) y eteno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) (1) á los que se agrega 75<sup>cc</sup> de oxígeno. Después del salto de una chispa eléctrica, queda un volumen gaseoso de 58<sup>cc</sup>, que se reduce á 26 por acción de la potasa. Hallar la composición cuantitativa del gas analizado. (*Presión y temperatura del ambiente, constantes*).

a. El total de mezcla gaseosa, una vez introducido el oxígeno, será,

$$21^{cc} + 75^{cc} = 96^{cc}$$

y como después de la explosión el volumen se reduce á 58<sup>cc</sup>, la contracción representa,

$$96^{cc} - 58^{cc} = 38^{cc}$$

b. Por otra parte, de los 58<sup>cc</sup>, la potasa deja 26 sin absorber, que serán oxígeno sobrante; luego

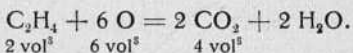
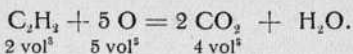
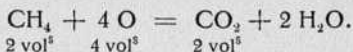
$$58^{cc} - 26^{cc} = 32^{cc}$$

---

(1) Los carburos de cerio, lantano, itrio, etc., producen al reaccionar con el agua mezclas gaseosas de estos cuerpos, á los que, en alguna ocasión, se suma también el hidrógeno.



es el volumen que corresponde al anhídrido carbónico formado en la combustión del metano, etino ó acetileno y eteno ó etileno (1), que se verifica con arreglo á las siguientes reacciones:



c. Si llamamos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  respectivamente á los volúmenes de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  y  $\text{C}_2\text{H}_4$ , la ecuación

$$x + y + z = 21^{00} \quad [m]$$

resulta evidente.

d. Observando las reacciones de combustión, claramente se ve que á dos volúmenes ( $x$ ,  $y$  ó  $z$ ) de cada uno de los gases, corresponden 2, 4 y 4 volúmenes de anhídrido carbónico respectivamente, luego

$$x + 2y + 2z = 32^{00} \quad [n]$$

y como en la 1.<sup>a</sup> hay una contracción de 4 volúmenes ( $2x$ ), en la 2.<sup>a</sup> de  $3\left(\frac{5}{2}y\right)$  y en la 3.<sup>a</sup> de 4 ( $2z$ ), tendremos:

$$2x + \frac{5}{2}y + 2z = 38^{00}$$

---

(1) En el caso de este problema, como en todos los de su naturaleza, si se opera á la temperatura ordinaria, el volumen de agua se reduce á cero para los efectos del conjunto gaseoso, porque se condensa. Únicamente debe tenerse en cuenta la tensión del vapor para las consiguientes correcciones, cuando sean necesarias.

ó su transformada

$$4x + 3y + 4z = 76^{cc} \quad [o]$$

e. Del sistema de ecuaciones [m], [n], [o], se hallan con facilidad los siguientes valores que resuelven el problema:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Metano. . . . . } x = 10^{cc} \\ \text{Etino. . . . . } y = 8^{cc} \\ \text{Eteno. . . . . } z = 3^{cc} \end{array} \right\} 21^{cc}$$

*Prueba*

Oxígeno consumido en la combustión

$$75^{cc} - 26^{cc} = 49^{cc}$$

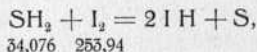
que se invierte en la forma siguiente:

$$\left. \begin{array}{l} \text{En quemar } 10^{cc} \text{ de } CH_4 \text{ . . . . . } 20^{cc} \\ \text{» } 8^{cc} \text{ » } C_2H_2 \text{ . . . . . } 20^{cc} \\ \text{» } 3^{cc} \text{ » } C_2H_4 \text{ . . . . . } 9^{cc} \end{array} \right\} 49^{cc}$$

## XXIV

Calcular el peso y volumen de ácido sulfhídrico disuelto por litro de agua, sabiendo que 100<sup>cc</sup> de ésta consumen 73<sup>cc</sup> de disolución de iodo al 1 por 1000.

Los 73<sup>cc</sup> de disolución de iodo representan 0<sup>gr</sup>,073 de metaloide, que según la reacción



equivalen á

$$\frac{0^{\text{gr}},073}{253,94} 34,076 = 0^{\text{gr}},0097958\dots \text{ de SH}_2.$$

Luego 1000<sup>cc</sup>, ó sea el litro, contendrá

$$0^{\text{gr}},097958 \text{ de SH}_2$$

cuyo volumen á 0° y 760<sup>mm</sup> de presión es [25]

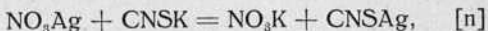
$$V = \frac{0,097958}{34,076} 22^{\text{l}},384 = 0^{\text{l}},064347\dots$$

ó lo que es igual 64<sup>cc</sup>,347.....

## XXV

Sobre una disolución de cloruro sódico se dejan caer 30<sup>cc</sup> de líquido  $\frac{1}{2}$  normal de nitrato argéntico. Para precipitar el exceso de éste, se consumen 15<sup>cc</sup>,7 de disolución  $\frac{1}{10}$  normal de sulfocianuro potásico. ¿Qué cantidad de cloruro había en el líquido primitivo?

a. Las reacciones que se verifican entre el cloruro sódico y el nitrato argéntico por una parte, y entre éste y el sulfocianuro potásico por otra, son las siguientes:



en las que se ve claramente que los citados cuerpos se corresponden molécula á molécula.

b.  $15^{\circ\circ}$ ,7 de disolución  $\frac{1}{10}$  N de sulfocianuro, es lo mismo que  $1^{\circ\circ}$ ,57 de normal y como  $30^{\circ\circ}$  del líquido argentino  $\frac{1}{2}$  N equivalen á  $15^{\circ\circ}$  del normal, resulta que se han invertido en la precipitación del cloruro sódico ( $15 - 1,57 = 13^{\circ\circ}$ ,43 de nitrato argéntico normal, que representan 13,43 mili-moléculas de dicho compuesto  $\left(\frac{\text{NO}_3\text{Ag}}{1000} 13,43\right)$  y según la [m]

$$\frac{\text{ClNa}}{1000} 13,43 = \frac{58^{\text{gr}},50}{1000} 13,43 =$$

$0^{\text{gr}},785655$  de cloruro sódico (1).

(1) Para que pueda apreciarse y se destaque la sencillez que en los cálculos supone el empleo de disoluciones normales ó de factor de normalidad conocido, prescindamos en el presente problema de esa condición y operemos como si se tratase de disoluciones empíricas de la misma concentración. La argéntica contendrá  $87^{\text{gr}},97$  de nitrato por litro y la sulfocianúrica  $9^{\text{gr}},722$ .

En este caso, el razonamiento que habría de seguirse y que es general, puesto que en realidad las disoluciones normales son casos particulares de líquidos valorados, sería el siguiente:

a.  $30^{\circ\circ}$  de disolución argéntica representan

$$\frac{84^{\text{gr}},97}{1000} 30 = 2^{\text{gr}},5491 \text{ de nitrato de plata}$$

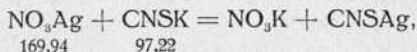
y  $15^{\circ\circ}$ ,7 de la disolución de sulfocianuro de potasio contienen

$$\frac{9^{\text{gr}},722}{1000} 15,7 = 0^{\text{gr}},152654 \text{ de sulfocianuro}$$

XXVI

Para neutralizar el líquido ácido que resulta al echar una mezcla de tricloruro y pentacloruro de fósforo sobre un gran exceso de agua, se han necesitado 115<sup>cc</sup> de sosa normal empleando como indicador el anaranjado de metilo, volumen que se eleva á 127<sup>cc</sup>,5 si el indicador es la fenol-ftaleina. Se desea saber la composición de la mezcla.

b. En virtud de la reacción



se calcula el nitrato argéntico consumido por 0<sup>gr</sup>,1526554 de sulfocianuro, escribiendo

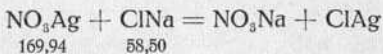
$$97,22 : 169,94 = 0^{\text{gr}},1526554 : x$$

de donde

$$x = 0^{\text{gr}},2668\dots \text{ de nitrato}$$

y por consiguiente el resto hasta 2<sup>gr</sup>,5491 ó sea 2<sup>gr</sup>,2825 es el nitrato que se invierte en precipitar el cloruro sódico.

c. De la reacción



se deduce:

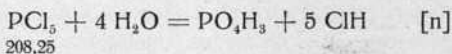
$$169,94 : 58,50 = 2^{\text{gr}},2825 : y$$

de donde

$$y = 0^{\text{gr}},78565\dots \text{ de cloruro sódico,}$$

número que resuelve el problema.

a. Entre el agua en exceso y los cloruros de fósforo, se verifican las siguientes reacciones:



b. El ácido fosfórico ( $\text{PO}_4\text{H}_3$ ), que es tribásico, produce el viraje al ser neutralizado por un álcali, empleando el anaranjado de metilo como indicador, en el momento que ha sido saturada una de las basicidades; y con la fenolftaleína, cuando han sido dos las saturadas. Luego un hidrógeno del ácido fosfórico formado representa

$$127^{\text{cc}},5 - 115^{\text{cc}} = 12^{\text{cc}},5 \text{ de sosa N}$$

Por otra parte, las disoluciones normales de sosa ( $\text{NaOH}$ ) son iguales á las gramo-moleculares. En estas,  $1^{\text{cc}}$  contiene una mili-molécula de álcali  $\left(\frac{\text{NaOH}}{1000} = \frac{40^{\text{gr}},058}{1000}\right)$  y como en el caso actual á la molécula de sosa corresponde una de ácido fosfórico y hasta, según la [n], una molécula también de pentacloruro de fósforo, habrá tantas mili-moléculas de éste, como centímetros cúbicos de sosa normal se han invertido en la neutralización de un hidrógeno del ácido fosfórico, ó sean 12,5

Luego la cantidad de pentacloruro de fósforo será:

$$12,5 \frac{\text{PCl}_5}{1000} = 12,5 \frac{208^{\text{gr}},25}{1000} = 12,5 \times 0^{\text{gr}},20825 =$$

$$2^{\text{gr}},605125$$

c. Como todos los hidrógenos de la (n) tienen el mismo equivalente de álcali, se deduce, que si á 1 corresponde 12<sup>cc</sup>,5 de sosa normal, á los 7 saturados empleando la fenol-ftaleina como indicador corresponderán 87<sup>cc</sup>,5, y como

$$127^{\text{cc}},5 - 87^{\text{cc}},5 = 40^{\text{cc}},$$

esta diferencia representará la sosa normal invertida en la neutralización de los ácidos que figuran en el segundo miembro de la [m].

El ácido fosforoso ( $\text{PO}_3\text{H}_2$ ) es dibásico y existiendo tres moléculas de clorhídrico, resultan en total cinco basicidades equivalentes, correspondiendo á cada una

$$\frac{40^{\text{cc}}}{5} = 8^{\text{cc}} \text{ de sosa N,}$$

y por un razonamiento análogo al seguido en el cálculo del pentacloruro, tendríamos para el tricloruro:

$$8 \frac{\text{PCl}_3}{1000} = 8 \frac{137^{\text{gr}},55}{1000} = 8 \times 0^{\text{gr}},13735 = 1^{\text{gr}},0988$$

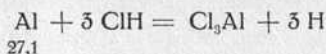
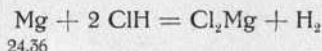
*Composición de la mezcla*

PCl <sub>3</sub> . . . . .	1 <sup>gr</sup> ,0988
PCl <sub>5</sub> . . . . .	2 <sup>gr</sup> ,605125
	3 <sup>gr</sup> ,701925
Peso total. . . .	

XXVII

Tratando por ácido clorhídrico 0<sup>gr</sup>,5 de magnalium (*aleación de magnesio y aluminio*) se han obtenido 606<sup>cc</sup>,68 de hidrógeno considerado ya en condiciones normales de presión y temperatura. Se trata de saber la composición de la referida liga y su proporción centesimal.

a. Las reacciones entre el ácido clorhídrico y los metales magnesio y aluminio, son las siguientes:



en donde se vé, que 24<sup>gr</sup>,36 de magnesio proporcionarán 22<sup>l</sup>,384 de hidrógeno (1 molécula-gramo) y 27,1 de aluminio, 33<sup>l</sup>,576 del mismo gas ( $1 \frac{1}{2}$  moléculas).

b. Si llamamos  $x$  á la cantidad de magnesio é  $y$  á la de aluminio, podrán establecerse las ecuaciones que siguen:

$$x + y = 0^{\text{gr}},5 \quad [m]$$

$$\frac{22^{\text{l}},384}{24,36} x + \frac{33^{\text{l}},576}{27,1} y = 0^{\text{l}},60668. \quad [n]$$

c. Despejando  $y$  en la [m] y llevando su valor á la [n] se obtiene aproximadamente:

$$x = 0^{\text{gr}},04$$



y por tanto

$$y = 0^{\text{gr}},46$$

composición que referida á 100 partes representa

Magnesio . . . . .	8	}	100.
Aluminio. . . . .	92		

### XXVIII

**Una mezcla de cloruros de sodio y potasio pesa 2<sup>gr</sup>,0877 . . . . . Determinar la cantidad de cada uno sabiendo que en total contienen 1<sup>gr</sup>,100 de cloro.**

Llamando  $x$  al peso de cloruro sódico é  $y$  al del potásico, se tiene:

$$x + y = 2,0877 \quad [m]$$

Por otra parte, escribiendo la composición molecular de estos cloruros

Cl. . . . .	35,45	}	Cl. . . . .	35,45	}
Na. . . . .	23,05		K. . . . .	39,15	
ClNa. . . . .	58,50		ClK. . . . .	74,60	

y resolviendo las proporciones

$$58,50 : 35,45 = 1^{\text{gr}} : a$$

$$74,60 : 35,45 = 1^{\text{gr}} : b$$

resulta aproximadamente:

$$a = 0,606 \text{ gramos}$$

$$b = 0,4752 \quad \blacktriangleright$$



y como estos valores representan la cantidad de cloro contenida en 1 gramo de los respectivos cloruros, se puede establecer la nueva ecuación:

$$0^{\text{gr}},606 x + 0^{\text{gr}},4752 y = 1,100 \quad [n]$$

Despejando  $x$  é  $y$  en el sistema [m] [n], se obtiene:

$$x = 0^{\text{gr}},825 \dots \dots \dots \text{ de cloruro sódico}$$

$$y = 1^{\text{gr}},262 \dots \dots \dots \text{ } \gg \gg \text{ potásico}$$

### XXIX

Una mezcla de carbonato estroncico y bórico pesa  $1^{\text{gr}},69115 \dots \dots$ . Transformada la masa en sulfatos se obtiene  $2^{\text{gr}},06447 \dots \dots$ . ¿Qué cantidad de bario y estroncio encierra?

Llamando  $x$  al peso del bario é  $y$  al del estroncio, se pueden formar las siguientes ecuaciones:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\text{SO}_4\text{Ba}}{\text{Ba}} x + \frac{\text{SO}_4\text{Sr}}{\text{Sr}} y &= 2,06447. \\ \frac{\text{CO}_3\text{Ba}}{\text{Ba}} x + \frac{\text{CO}_3\text{Sr}}{\text{Sr}} y &= 1,69115. \end{aligned} \right\} [m]$$

Reemplazando valores con los datos siguientes

$$\left. \begin{array}{l} \text{S} = \dots \dots \dots 32,06 \\ \text{O}_4 = 16 \times 4. \quad 64 \\ \text{Ba} = \dots \dots \dots 137,4 \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \text{S} = \dots \dots \dots 32,06 \\ \text{O}_4 = 16 \times 4. \quad 64 \\ \text{Sr} = \dots \dots \dots 87,6 \end{array} \right\}$$

$$\text{SO}_4\text{Ba} = \dots \dots \dots 233,46 \quad \text{SO}_4\text{Sr} = \dots \dots \dots 183,66$$

$$\begin{array}{r}
 \text{C} = \dots\dots 12 \\
 \text{O}_3 = 16 \times 3 = 48 \\
 \text{Ba} = \dots\dots 137,4 \\
 \hline
 \text{CO}_3\text{Ba} = \dots\dots 197,4
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{r} \text{C} \\ \text{O}_3 \\ \text{Ba} \\ \hline \text{CO}_3\text{Ba} \end{array}} \right\}
 \begin{array}{r}
 \text{C} = \dots\dots 12 \\
 \text{O}_3 = 16 \times 3 = 48 \\
 \text{Sr} = \dots\dots 87,6 \\
 \hline
 \text{CO}_3\text{Sr} = \dots\dots 147,6
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{r} \text{C} \\ \text{O}_3 \\ \text{Sr} \\ \hline \text{CO}_3\text{Sr} \end{array}} \right\}$$

se obtiene:

$$\left. \begin{array}{l}
 \frac{235,46}{137,4} x + \frac{183,66}{87,6} y = 2,06447 \\
 \frac{197,4}{137,4} x + \frac{147,6}{87,6} y = 1,69115
 \end{array} \right\} \quad [n]$$

sistema, que resuelto, conduce aproximadamente á los valores

$$\begin{array}{l}
 x = 0,45 \text{ gramos de bario} \\
 y = 0,62 \quad \rightarrow \quad \rightarrow \text{estroncio}
 \end{array}$$

### XXX

En la precipitación de una mezcla de cloruro y bromuro se han gastado 148<sup>cc</sup>,75 de disolución  $\frac{1}{10}$  N de nitrato argéntico. El precipitado obtenido pesa 2<sup>gr</sup>,3555. Se desea saber la cantidad de cloro y bromo.

a. Correspondiendo al nitrato de plata la fórmula NO<sub>3</sub>Ag, la disolución normal contendrá 1 átomo-gramo de plata = 107<sup>gr</sup>,93 por litro y por tanto 10<sup>gr</sup>,793 la  $\frac{1}{10}$  N. Luego los 148<sup>cc</sup>,75 consumidos representan

$$\frac{10^{\text{gr}},793}{1000} 148,75 = 1,6054\dots \text{ de Ag.}$$

Por otra parte, se tiene:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Cl. . . } & 35,45 & \} \\
 \text{Ag. . . } & 107,93 & \} \\
 \hline
 \text{ClAg. . . } & 143,38 & \\
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 \text{Br. . . } & 79,96 & \} \\
 \text{Ag. . . } & 107,93 & \} \\
 \hline
 \text{BrAg. . . } & 187,89 & 
 \end{array}$$

b. Con estos datos, los suministrados en el enunciado del problema, y si llamamos  $x$  á la cantidad de cloro é  $y$  á la de bromo, tendremos:

$$\frac{143,38}{35,45} x + \frac{187,89}{79,96} y = 2^{\text{er}},3555 \quad [m]$$

$$x + y = 2^{\text{er}},3555 - 1^{\text{er}},6054 \quad (1)$$

ó

$$x + y = 0^{\text{er}},7501 \quad [n]$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones [m] [n] se halla

$$y = 0^{\text{er}},4002 \dots \text{ de bromo}$$

y por tanto

$$x = 0^{\text{er}},7501 - 0^{\text{er}},4002 = 0^{\text{er}},3499 \dots \text{ de cloro}$$

(1) Esta ecuación de evidencia manifiesta, puesto que si se resta del peso de cloruro y bromuro argéntico lo que corresponde al metal, la diferencia ha de representar la suma de cloro y bromo, puede reemplazarse por esta otra:

$$\left( \frac{x}{35,45} + \frac{y}{79,96} \right) 107,93 = 1,6054.$$

En efecto combinándose cloro y bromo átomo á átomo con la plata y

representando  $\frac{x}{35,45}$  el número de átomos Cl é  $\frac{y}{79,96}$  el de bromo,

la suma de ambos expresa los átomos de plata y su producto por 107,93, peso de uno, la cantidad de metal contenido en los 148<sup>00</sup>,75 de

disolución  $\frac{1}{10}$  N de nitrato.

## PROBLEMAS

### Sección segunda

I.—Hallar que tanto por 100 de agua contiene el cloruro bórico cristalizado.

*Solución.*—14,74..... por 100.

II.—Determinar cuanto cobre hay en 25<sup>gr</sup> de sulfato cúprico cristalizado.

*Solución.*—6<sup>gr</sup>,366.....

III.—Deshidratados 13<sup>gr</sup>,9036 de sulfato ferroso cristalizado, se ha obtenido un residuo de 7<sup>gr</sup>,598. Averiguar el número de moléculas de agua que contiene.

*Solución.*—7H<sub>2</sub>O.

IV.—Calcular el nitrógeno contenido en 75<sup>gr</sup> de ácido nítrico de D = 1,42. (*Tabla X*).

*Solución.*—11<sup>gr</sup>,638.....

V.—Calcular el volumen de hidrógeno que en condiciones normales de presión y temperatura, pueden suministrar 200<sup>cc</sup> de ácido sulfúrico de 55° B°. (*Tabla IX*).

*Solución.*—48<sup>l</sup>,111.....

VI.—Calcular cuanto sulfato anhidro y cuanto cristalizado puede producirse con 20<sup>gr</sup> de magnesio.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 98^{\text{gr}},866\dots\dots \text{ de sulfato anhidro.} \\ 202^{\text{gr}},407\dots\dots \quad \gg \text{ cristalizado.} \end{array} \right.$

VII.—A 25° y presión de 740<sup>mm</sup>, hallar el volumen de oxígeno, supuesto seco, que suministrarán 50<sup>gr</sup> de peróxido de sodio, actuando con el agua.

*Solución.*—8<sup>l</sup>,032.....

VIII.—Calcular los volúmenes de oxígeno (á 0° y 760<sup>mm</sup>) que puede suministrar la molécula-gramo de bióxido de manganeso por la acción del calor y por la del ácido sulfúrico.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 7^{\text{l}},461\dots\dots \text{ por el calor.} \\ 11^{\text{l}},192 \quad \gg \text{ ácido sulfúrico.} \end{array} \right.$

IX.—Actuando sobre disolución de ioduro potásico un litro de oxígeno ozonizado que se considera en condiciones normales de presión y temperatura, ha resultado 0<sup>gr</sup> ,76182 de iodo libre. Calcular el tanto por 100 de ozono en peso y en volumen contenido en el referido gas.

*Solución.*—Ozono por 100  $\left\{ \begin{array}{l} \text{en peso. . . . } 9,74\dots\dots \\ \text{en volumen. } 6,71\dots\dots \end{array} \right.$

X.—El bióxido de hidrógeno ó agua oxigenada de 10 volúmenes ¿qué cantidad en peso contiene por litro de la expresada substancia?

*Solución.*—30<sup>gr</sup>,393.....

XI.—A 15° y presión de 750<sup>mm</sup> ¿qué volumen de aire contendrá la cantidad de oxígeno necesaria para quemar completamente 100 kilogramos de pirita de hierro? (*El aire contiene 21 por 100 de O, en volumen*).

*Solución.*—259<sup>m<sup>3</sup></sup>,270.....

XII.—¿Qué cantidad de fósforo habrá de quemarse en un metro cúbico de aire supuesto seco, á 15° y presión normal, para que desaparezca todo el oxígeno y cuanto anhídrido fosfórico se formará?

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} \text{Fósforo necesario.. } 220^{\text{gr}},546..... \\ \text{Anhídrido fosfórico. } 505^{\text{gr}},121..... \end{array} \right.$

XIII.—Calcular el volumen de aire necesario para quemar 1<sup>gr</sup> de cada uno de los gases, etano, etileno y acetileno, á 0° y 760<sup>mm</sup>.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 12^{\text{l}},415..... \text{ el etano.} \\ 11^{\text{l}},407..... \text{ el etileno.} \\ 10^{\text{l}},242..... \text{ el acetileno.} \end{array} \right.$

XIV.—Calcular el grado de pureza, referido á 100 de una muestra de cloruro de plata que contiene 74,2 por 100 de plata.

*Solución.*—98,64 por 100.

XV.—Averiguar los pesos de nitrato cálcico, sulfato amónico y cianamida cálcica, suponiendo especies puras y anhidras, que contengan la misma cantidad de nitrógeno que 1 kilogramo de nitrato sódico.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 964^{\text{gr}},750..... \text{ de nitrato cálcico.} \\ 776^{\text{gr}},769..... \text{ de sulfato amónico.} \\ 470^{\text{gr}},961..... \text{ de cianamida.} \end{array} \right.$

XVI.—Cantidad de carbonato sódico y de cloruro cálcico cristalizados que deben reaccionar, para que se precipiten 150<sup>gr</sup> de carbonato cálcico.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 428^{\text{gr}}, 961 \dots \text{ de carbonato.} \\ 328^{\text{gr}}, 315 \dots \text{ de cloruro.} \end{array} \right.$

XVII.—Volumen de ácido clorhídrico de  $D = 1,100$  que se necesitará para neutralizar exactamente 500<sup>cc</sup> de lejía de soda de  $D = 1,171$ . (*Tablas VIII y XIII*).

*Solución.*—366<sup>cc</sup>, 45.....

XVIII.—Calcular el nitruro de magnesio de 90 por 100 de riqueza que puede suministrar reaccionando con el agua, amoniaco suficiente para obtener 1 litro de disolución acuosa de  $D = 0,9256$ , así como la cantidad de agua sobre la que habrá de recibirse dicho gas. (*Tabla XIV*).

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 615^{\text{gr}}, 281 \text{ de nitruro de magnesio.} \\ 739^{\text{gr}} \dots \text{ de agua, como disolvente.} \end{array} \right.$

XIX.—Hallar la proporción centesimal de cloro en el cloroformo y en el ácido tricloroacético, así como la cantidad que de cada uno de estos cuerpos puede obtenerse partiendo de 200<sup>gr</sup> de hidrato de cloral.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} \text{cloro por } 100 \left\{ \begin{array}{l} 89,10 \dots \text{ en el cloroformo.} \\ 65,10 \dots \text{ en el ac.}^{\circ} \text{ tricloroac.}^{\circ} \end{array} \right. \\ 165^{\text{gr}}, 374 \dots \text{ de cloroformo.} \\ 197^{\text{gr}}, 561 \dots \text{ de ácido tricloroacético.} \end{array} \right.$

XX.—Para obtener á 10° y presión de 700<sup>mm</sup>, 2 litros de nitrógeno que se han de recoger sobre cuba de agua y por tanto saturados de vapor, ¿qué cantidad de mezcla



equimolecular de nitrito potásico y cloruro amónico, deberá someterse á la acción del calor? (*Tabla III*).

*Solución.*—*10<sup>gr</sup>,858.*

XXI.—Analizando un derivado sulfónico del naftaleno se han encontrado 15,40428 por 100 de azufre. Hallar el número de grupos  $\text{SO}_3\text{H}$  contenidos en la molécula del cuerpo analizado.

*Solución.*—*Un grupo  $\text{SO}_3\text{H}$ .*

XXII.—Averiguar el grado de nitración que corresponde á un derivado del fenol, sabiendo, que 2<sup>er</sup> del compuesto nitrado necesitan para quemarse completamente 1<sup>er</sup> ,5648 de oxígeno, además del contenido en su molécula.

*Solución.*—*Derivado dinitrado.*

XXIII.—Actuando 1<sup>er</sup> ,50 de una disolución acuosa de ácido acético sobre bicarbonato sódico, se ha obtenido 0<sup>er</sup> ,45 de anhídrido carbónico. Calcular el tanto por 100 de ácido que contiene dicha disolución.

*Solución.*—*40,93..... por 100 de ácido.*

XXIV.—Calentando 10<sup>cc</sup> de una disolución de nitrato sódico con cloruro ferroso y ácido clorhídrico, se han obtenido, midiendo sobre agua á 12° y presión de 700<sup>mm</sup>, 52<sup>cc</sup> de óxido nítrico. Averiguar la concentración, referida al litro, de la expresada disolución.

*Solución.*—*10<sup>gr</sup>,569..... de nitrato sódico por litro.*

XXV.—Calentando 500<sup>gr</sup> de ácido oxálico cristalizado en presencia de glicerina y suponiendo que el grado de

hidratación que ésta pudiera tener se conserve al final de la práctica, calcular el peso del líquido que destilará y su concentración en ácido fórmico, referida á 100.

*Solución.*— { *Peso del líquido.* . . . . . 325<sup>gr</sup>,463.....  
                  { *Riqueza en ácido fórmico.*.. 56,08 por 100.

XXVI.—Introducida una lámina de cobre en 10<sup>cc</sup> de una disolución de cloruro mercúrico hasta la reducción completa, ha aumentado de peso 0<sup>gr</sup> 0682. Averiguar el volumen de la expresada disolución que contenga 1<sup>gr</sup> de cloruro.

*Solución.*—73<sup>cc</sup>,82.....

XXVII.—¿Qué volumen de potasa de  $D = 1.001$  se debe tomar, para que actuando con el gas sulfhídrico resultante de tratar por agua 25<sup>gr</sup> de sulfuro de aluminio, se forme sulfuro neutro? (*Tabla XII*).

*Solución.*—425<sup>cc</sup> 2.....

XXVIII.—Un litro de líquido hidro-alcohólico con  $D = 0,9869$  á 15°,56 experimenta la acción del *mycoderma acetí*. Suponiendo que el alcohol es transformado íntegramente en ácido acético, calcular el peso de éste y el volumen de oxígeno (0° y 760<sup>mm</sup>) que interviene en la transformación. (*Tabla XV*).

*Solución.*— { *Acético producido* . . . . . 103<sup>gr</sup>,571.....  
                  { *Volumen de oxígeno* . . . . . 38<sup>l</sup>,618.....

XXIX.—Averiguar la cantidad de polvo de aluminio que se necesita para formar termita con 725<sup>gr</sup> de óxido manganeso-mangánico, al que se agrega el 10 por 100 de bióxido de manganeso.

*Solución.*—258<sup>gr</sup>,902..... de aluminio.

XXX.—Calcular la composición por 100 que se ha de dar á una termita hecha á base de óxido férrico y óxido manganoso-mangánico, para que suministre hierro con 10 por 100 de manganoso.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} \text{óxido férrico. . . . . } 67,51... \\ \text{» manganoso-mangánico } 7,28... \\ \text{aluminio. . . . . } 25,19... \end{array} \right.$

XXXI.—Dirigiendo una corriente de gas sulfhídrico húmedo, á 20º y presión de 712<sup>mm</sup>, sobre una disolución que contiene cloruro de cadmio en exceso, se han obtenido 20<sup>gr</sup> de sulfuro de cadmio, para un consumo de 5 litros de gas. Determinar la proporción de gas sulfhídrico aprovechado, referida á 100 partes del consumido.

*Solución.*—*Sulfhídrico aprovechado... 72,78... por 100.*

XXXII.—Actuando 30 gramos de cloroformo con cinco veces su peso de benceno, en presencia del cloruro de aluminio seco, se han obtenido como final de operación 41<sup>gr</sup> de trifenilmetano. Determinar el exceso de benceno respecto á la proporción teórica y el rendimiento de trifenilmetano, expresado en centésimas del rendimiento teórico.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} \text{Benceno en exceso. . . . . } 91^{\text{gr}},15.... \\ \text{Rendimiento . . } 66,81 \text{ por } 100 \text{ del teórico.} \end{array} \right.$

XXXIII.—Calcinando 15<sup>gr</sup> de fluoruro cálcico con ácido sulfúrico en ligero exceso, se ha obtenido un residuo que pesa 26<sup>gr</sup>,151. Deducir el peso atómico del fluor y con este dato la densidad. (O = 16)

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} \text{Peso atómico. . . . . } 19 \\ \text{Densidad. . . . . } 1,312... \end{array} \right.$

XXXIV.—Determinar el peso atómico del plomo ( $O=16$ ), sabiendo que al reducir  $25^{\text{gr}}$  de protóxido por el hidrógeno seco, se han formado  $2^{\text{gr}},0206$  de agua.

*Solución.*—*Peso atómico = 206,90.....*

XXXV.—Tratando por exceso de cloruro de platino  $1^{\text{gr}}$  de mezcla constituida por los cloruros de potasio y sodio, se ha obtenido  $1^{\text{gr}},640$  de cloroplatinato potásico. Averiguar la composición de la mezcla.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{gr}},5036..... \text{ de cloruro potásico.} \\ 0^{\text{gr}},4964..... \quad \quad \quad \text{»} \quad \quad \text{sódico.} \end{array} \right.$

XXXVI.—Determinar la composición de una mezcla de clorato y perclorato potásicos, sabiendo que  $2^{\text{gr}},612$  de ella, han producido por la acción del calor,  $783^{\text{cc}},44$  de oxígeno en condiciones normales de presión y temperatura.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{gr}},226 \text{ de clorato.} \\ 1^{\text{gr}},386 \text{ de perclorato.} \end{array} \right.$

XXXVII.—Tratando por nitrato argéntico una mezcla de cloruro y bromuro, se obtiene un precipitado que pesa  $3^{\text{gr}},3127$ . Transformado éste completamente en cloruro, el peso se reduce á  $2^{\text{gr}},8676$ . Calcular la cantidad de cloro y de bromo.

*Solución.*— $\left\{ \begin{array}{l} 0^{\text{gr}},3545 \text{ de cloro.} \\ 0^{\text{gr}},7996 \text{ de bromo.} \end{array} \right.$

XXXVIII.—Se han calentado con ácido sulfúrico concentrado  $5^{\text{gr}},5892$  de aleación de plata y cobre. Oxidado en presencia del agua el anhídrido sulfuroso producido, el

cloruro bórico determina la formación de un precipitado que pesa 9<sup>er</sup>,3384. Averiguar la composición de la referida liga.

$$\text{Solución.} - \begin{cases} \text{Plata.....} & 49^r,3172. \\ \text{Cobre.....} & 19^r,2720. \end{cases}$$

XXXIX.—En la combustión por el óxido de cobre al rojo, de una mezcla de etileno y acetileno, se han producido 6<sup>er</sup>,1600 de anhídrido carbónico y 1<sup>er</sup>,98176 de agua. Averiguar la composición de la mezcla en peso y en volumen.

$$\text{Solución.} - \begin{cases} \text{en peso . . .} & \begin{cases} 19^r,12128 \text{ de etileno.} \\ 09^r,78048 \text{ » acetileno.} \end{cases} \\ \text{en volumen} & \begin{cases} 895^{\text{cc}},36 \text{ » etileno.} \\ 671^{\text{cc}},52 \text{ » acetileno.} \end{cases} \end{cases}$$

XL.—Para quemar 2<sup>er</sup>,5 de ácido oxálico cristalizado, se han necesitado 80<sup>cc</sup> de disolución de permanganato potásico, operando en medio ácido. Deducir el grado de normalidad de esta disolución y la cantidad de oxígeno disponible, expresado en miligramos, que representa 1<sup>cc</sup> de la misma.

$$\text{Solución.} - \begin{cases} \text{Disolución de permanganato} & 0,4958 \text{..... } N \\ 1^{\text{cc}} \text{ de ella} & = 3^{\text{mg}},96 \text{..... de oxígeno.} \end{cases}$$

XLI.—Calcular el anhídrido fosfórico que corresponde á 1<sup>cc</sup> de una disolución de acetato urano, con las referencias siguientes: 10<sup>cc</sup>,8 del expresado líquido, equivalen á 10<sup>cc</sup> de una disolución de fosfato disódico, de la que, precipitando 25<sup>cc</sup> con mixtura magnesiana, suministra en último término 0<sup>er</sup>,25275 de pirofosfato magnésico.

$$\text{Solución.} - \begin{cases} 1^{\text{cc}} \text{ de disolución de urano} & = 09^r,0054961... \\ & \text{de anhídrido fosfórico.} \end{cases}$$

XLII.—En un eudiómetro ó pipeta de explosión que contiene 25<sup>cc</sup> de óxido nítrico, se introducen 35<sup>cc</sup> de hidrógeno y se hace saltar una chispa eléctrica. Averiguar la contracción que se producirá, referida al volumen total, y la composición del resto gaseoso.

$$\text{Solución.} \left\{ \begin{array}{l} \text{Contracción. . . . . } 37^{\text{cc}},5 \\ \text{Compos.}^{\text{n}} \text{ del resto } \left\{ \begin{array}{l} 10^{\text{cc}} \text{ de hidrógeno.} \\ 12^{\text{cc}},5 \text{ de nitrógeno.} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

XLIII.—A 200<sup>cc</sup> de aire contenido en un eudiómetro ó pipeta de explosión, se agregan 25<sup>cc</sup> de etileno y se hace explotar la mezcla. Averiguar el volumen del resto gaseoso y el de oxígeno que debería introducirse para quemar por completo el etileno que persiste.

$$\text{Solución.} \left\{ \begin{array}{l} \text{Resto gaseoso } 197^{\text{cc}}. \\ \text{Oxígeno para terminar la combus.}^{\text{n}} 33^{\text{cc}}. \end{array} \right.$$

XLIV.—Una mezcla de 300<sup>cc</sup> de metano y 150<sup>cc</sup> de oxígeno, hace explosión por el paso de una chispa eléctrica. Supuesto seco el resto gaseoso é invariables presión y temperatura, calcular el volumen que ocupará y cual será su composición.

$$\text{Solución.} \left\{ \begin{array}{l} \text{Volumen del resto.} 300^{\text{cc}} \\ \text{Compos.}^{\text{n}} \text{ del resto } \left\{ \begin{array}{l} 225^{\text{cc}} \text{ de metano.} \\ 75^{\text{cc}} \text{ de anhid.}^{\text{o}} \text{ carb.}^{\text{co}} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

XLV.—Descomponiendo por el calor en presencia del potasio ó del sulfuro de bario, 25<sup>cc</sup> de mezcla gaseosa formada por los óxidos nitroso y nítrico, se obtienen 17<sup>cc</sup> de resíduo gaseoso. Averiguar la composición del gas analizado.

$$\text{Solución.} \left\{ \begin{array}{l} 9^{\text{cc}} \text{ de óxido nitroso} \\ 16^{\text{cc}} \quad \text{»} \quad \text{nítrico} \end{array} \right.$$

XLVI.—25<sup>cc</sup> de una mezcla gaseosa obtenida al actuar el zinc con ácido sulfúrico, en medio arsenical, han necesitado 15<sup>cc</sup>,5 de oxígeno para su completa combustión. Calcular la proporción centesimal de arsenamina contenida en dicha mezcla.

*Solución.—12 por 100 de arsenamina.*

XLVII.—Se introducen en un eudiómetro 24<sup>cc</sup> de una mezcla gaseosa formada por óxido de carbono, metano y dicianógeno, y después 45<sup>cc</sup> de oxígeno. Haciendo saltar la chispa eléctrica, se obtiene un resto gaseoso de 50<sup>cc</sup>, que se reduce á 16<sup>cc</sup> después de actuar la potasa. Se desea saber: 1.º la composición del gas analizado y 2.º la del residuo no absorbido por la potasa.

*Solución.*—

{	<i>Mezcla analizada.</i>	<i>óxido de carbono</i> 6 <sup>cc</sup>
		<i>metano</i> . . . . . 8 <sup>cc</sup>
	<i>Resto no absorbido</i>	<i>dicianógeno</i> . . . . . 10 <sup>cc</sup>
		<i>nitrógeno</i> . . . . . 10 <sup>cc</sup>
		<i>oxígeno</i> . . . . . 6 <sup>c</sup>

XLVIII.—Una mezcla de óxido de carbono, anhídrido carbónico, dicianógeno y oxígeno que representa 55<sup>cc</sup>, se reduce á 48<sup>cc</sup> por el salto de una chispa eléctrica. La potasa hace descender éste volumen hasta 20<sup>cc</sup> y finalmente, no quedan más que 5<sup>cc</sup> si se somete el resto á la acción prolongada del fósforo. Calcular la composición de la mezcla.

*Solución.*—

{	<i>óxido de carbono</i> . . 10 <sup>cc</sup>
	<i>anhídrido carbónico</i> 8 <sup>cc</sup>
	<i>dicianógeno</i> . . . . . 5 <sup>cc</sup>
	<i>oxígeno</i> . . . . . 30 <sup>cc</sup>







# TABLAS





## TABLA I

### Pesos atómicos.

Sim-bolos	Nombres	O = 16	H = 1	Sim-bolos	Nombres	O = 16	H = 1
A	Argo.....	39,9	39,6	Na	Sodio.....	23,05	22,88
Ag	Plata.....	107,93	107,11	Nb	Niobio.....	94,0	93,3
Al	Aluminio...	27,1	26,9	Nd	Neodimio...	143,6	142,5
As	Arsénico...	75,0	74,4	Ne	Neo.....	20,0	19,9
Au	Oro.....	197,2	195,7	Ni	Niquel.....	58,7	58,3
B	Boro.....	11,0	10,9	O	Oxigeno...	16,00	15,88
Ba	Bario.....	137,4	136,4	Os	Osmio.....	191,0	189,6
Bi	Bismuto...	208,0	206,8	PóPh	Fósforo....	31,0	30,77
Br	Bromo.....	79,96	79,30	Pb	Plomo.....	206,9	205,95
C	Carbono...	12,0	11,91	Pd	Paladio....	106,5	105,7
Ca	Calcio.....	40,1	39,7	Pr	Praseodimio	140,5	139,4
Cd	Cadmio....	112,4	111,6	Pt	Platino....	194,8	193,3
Ce	Cerio.....	140,25	139,2	Ra	Radio.....	225,9	223,3
Cl	Cloro.....	35,45	35,18	Rb	Rubidio....	85,1	84,9
Co	Cobalto....	59,0	58,55	Rh	Rodio.....	103,0	102,2
Cr	Cromo.....	52,1	51,7	Ru	Rutenio....	101,7	100,9
Cs	Cesio.....	132,9	131,9	S	Azufre....	32,06	31,82
Cu	Cobre.....	63,6	63,1	Sa	Samarario..	150,3	149,2
Er	Erbio.....	166,0	164,7	Sb	Antimonio..	120,2	119,3
FóFl	Fluor.....	19,0	18,9	Sc	Escandio...	44,1	43,8
Fe	Hierro....	55,9	55,5	Se	Selenio....	79,2	78,6
Ga	Galio.....	70,0	69,5	Si	Silicio.....	28,4	28,2
Gd	Gadolinio..	156,0	154,8	Sn	Estaño....	119,0	118,1
Ge	Germanio..	72,5	72,0	Sr	Estroncio..	87,6	86,94
Gl	Glucinio..	9,1	9,0	Ta	Tantalio...	181,0	180,0
H	Hidrógeno..	1,008	1,00	Tb	Terbio....	159,0	158,1
He	Helio.....	4,9	3,96	Te	Telurio....	127,6	126,6
Hg	Mercurio..	200,0	198,5	Th	Torio.....	232,5	230,8
I	Iodo.....	126,97	126,01	Ti	Titanio....	48,1	47,7
In	Indio.....	115,0	114,1	Tl	Talio.....	204,1	202,6
Ir	Iridio.....	193,0	191,5	Tu	Tulio.....	171,0	169,7
K	Potasio....	39,15	38,85	UóUr	Uranio....	238,5	236,7
Kr	Cripto....	81,8	81,2	VóVa	Vanadio....	51,2	50,8
La	Lantano....	138,9	137,9	W	Tungstenio.	184,0	182,6
Li	Litio.....	7,03	6,98	Xe	Xeno.....	128,0	127,0
Mg	Magnesio..	24,36	24,18	Yb	Yterbio....	173,0	171,7
Mn	Manganeso.	55,0	54,6	Yt	Ytrio.....	89,0	88,3
Mo	Molibdeno.	96,0	95,3	Zn	Zinc.....	65,4	64,9
N	Nitrógeno..	14,01	13,93	Zr	Zirconio...	90,6	89,9

**TABLA II**

Valores de  $1 + \alpha t$  y  $760(1 + \alpha t)$ ;  $\alpha = 0,003665$

Tem- pera- tura	$1 + \alpha t$	$760(1 + \alpha t)$	Tem- pera- tura	$1 + \alpha t$	$760(1 + \alpha t)$	Tem- pera- tura	$1 + \alpha t$	$760(1 + \alpha t)$
1	1,0038663	762,73388	26	1,085238	832,38088	51	1,188813	901,97788
2	0079238	765,56776	27	098501	835,16476	52	190476	904,76176
3	010889	768,35164	28	102564	837,94864	53	194139	907,54564
4	014852	771,13552	29	106927	840,73252	54	197802	910,32952
5	018815	773,91940	30	109890	843,51640	55	201465	913,11340
6	021978	776,70328	31	113553	846,30028	56	205128	915,89728
7	025641	779,48716	32	117216	849,08416	57	208791	918,68116
8	029304	782,27104	33	120879	851,86804	58	212454	921,46504
9	032967	785,05492	34	124542	854,65192	59	216117	924,24892
10	036630	787,83880	35	128205	857,43580	60	219780	927,03280
11	040293	790,62268	36	131868	860,21968	61	223443	929,81668
12	043956	793,40656	37	135531	863,00356	62	227106	932,60056
13	047619	796,19044	38	139194	865,78744	63	230769	935,38444
14	051282	798,97432	39	142857	868,57132	64	234432	938,16832
15	054945	801,75820	40	146520	871,35520	65	238095	940,95220
16	058608	804,54208	41	150183	874,13908	66	241758	943,73608
17	062271	807,32596	42	153846	876,92296	67	245421	946,51996
18	065934	810,10984	43	157509	879,70684	68	249084	949,30384
19	069597	812,89372	44	161172	882,49072	69	252747	952,08772
20	073260	815,67760	45	164835	885,27460	70	256410	954,87160
21	076923	818,46148	46	168498	888,05848	71	260073	957,65548
22	080586	821,24536	47	172161	890,84236	72	263736	960,43936
23	084249	824,02924	48	175824	893,62624	73	267399	963,22324
24	087912	826,81312	49	179487	896,41012	74	271062	966,00712
25	091575	829,59700	50	183150	899,19400	75	274725	968,79100

### TABLAS III Y IV

Tensión del vapor de agua en milímetros de mercurio, de 0° a 100° (Broch)

Tem. peratura	Tension	Tem. peratura	Tension	Tem. peratura	Tension	Tem. peratura	Tension	Tem. peratura	Tension
0	4,57	23	20,8	46	75,1	69	223	91	546
1	4,41	24	22,1	47	79,1	70	233	91,5	556
2	5,27	25	23,5	48	83,2	71	244	92	567
3	5,66	26	25,0	49	87,5	72	254	92,5	577
4	6,07	27	26,5	50	92,0	73	265	93	588
5	6,51	28	28,1	51	96,7	74	277	93,5	599
6	6,97	29	29,7	52	101,5	75	289	94	611
7	7,47	30	31,5	53	106,7	76	301	94,5	622
8	8,0	31	33,4	54	112,0	77	314	95	634
9	8,5	32	35,3	55	117,5	78	327	95,5	645
10	9,1	33	37,4	56	123,3	79	340	96	657
11	9,8	34	39,5	57	129,3	80	354	96,5	669
12	10,4	35	41,8	58	135,6	81	369	97	682
13	11,1	36	44,1	59	142,1	82	385	97,5	694
14	11,9	37	46,7	60	148,9	83	400	98	707
15	12,7	38	49,2	61	156,0	84	416	98,5	720
16	13,5	39	52,0	62	163,3	85	433	99	733,2
17	14,4	40	54,9	63	170,9	86	450	99,5	746,5
18	15,3	41	57,9	64	178,9	87	468	100	760
19	16,3	42	61,0	65	187,1	88	487		
20	17,4	43	64,3	66	195,7	89	506		
21	18,5	44	67,7	67	205,0	90	525		
22	19,6	45	71,4	68	214,0	90,5	535		

Transformación aproximada de columnas de agua en columnas de mercurio

Milímetros de agua	Milímetros de mercurio	Milímetros de agua	Milímetros de mercurio	Milímetros de agua	Milímetros de mercurio	Milímetros de agua	Milímetros de mercurio	Milímetros de agua	Milímetros de mercurio
1	0,07	25	1,84	85	6,26	145	10,67	205	15,09
2	0,15	30	2,21	90	6,62	150	11,04	210	15,46
3	0,22	35	2,58	95	7,00	155	11,41	215	15,82
4	0,29	40	2,94	100	7,36	160	11,78	220	16,19
5	0,37	45	3,31	105	7,73	165	12,14	225	16,56
6	0,44	50	3,68	110	8,10	170	12,51	230	16,93
7	0,51	55	4,05	115	8,66	175	12,88	235	17,30
8	0,59	60	4,42	120	8,83	180	13,25	240	17,66
9	0,66	65	4,78	125	9,20	185	13,62	245	18,03
10	0,74	70	5,15	130	9,57	190	13,98	250	18,40
15	1,10	75	5,52	135	9,94	195	14,35		
20	1,47	80	5,89	140	10,30	200	14,72		



## TABLA V

### Densidad de algunos gases y vapores

Aire = 1. Peso del litro de aire á 0° y 760mm = 1<sup>gr</sup>,29349

CUERPOS	Molécula	D. experi- mental	D. teó- rica	Peso del litro,grs.
<b>Gases á 15°</b>				
Acido bromhídrico . . .	BrH	2,71	2,7964	3,505
> clorhídrico . . .	ClH	1,2692	1,2591	1,642
> iodhídrico . . .	IH	4,3757	4,4200	5,660
> selenhídrico . . .	SeH <sub>2</sub>	2,80	2,8050	3,622
> sulfhídrico . . .	SH <sub>2</sub>	1,1895	1,1769	1,539
> telurhídrico . . .	TeH <sub>2</sub>	4,49	4,4766	5,808
Amoniaco . . . . .	NH <sub>3</sub>	0,5971	0,5883	0,772
Anhidrido carbónico .	CO <sub>2</sub>	1,5287	1,5196	1,978
' sulfuroso . . .	SO <sub>2</sub>	2,264	2,2124	2,928
Arsenammina . . . . .	AsH <sub>3</sub>	2,695	2,6947	3,486
Butano . . . . .	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,046	2,0059	2,646
Cloro . . . . .	Cl <sub>2</sub>	2,491	2,4487	3,222
Cloro-etano . . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	2,219	2,2273	2,870
Cloro-metano . . . . .	CH <sub>3</sub> Cl	1,731	1,7432	2,239
Cripto . . . . .	Kr	2,819	2,8251	3,646
Estibamina . . . . .	SbH <sub>3</sub>	4,36	4,2558	5,639
Etano . . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,075	1,0377	1,390
Etano-dinitrilo . . . . .	(CN) <sub>2</sub>	1,806	1,7966	2,336
Etano . . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,971	0,9681	1,256
Etino . . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0,9056	0,8985	1,171
Fluor . . . . .	F <sub>2</sub>	1,265	1,3124	1,636
Fluoruro de boro . . . . .	BF <sub>3</sub>	2,31	2,3485	2,988
> de silicio . . . . .	SiF <sub>4</sub>	3,60	3,6057	4,656
Fosfamina . . . . .	PH <sub>3</sub>	1,214	1,1751	1,570
Helio . . . . .	He	0,138	0,1381	0,178
Hidrógeno . . . . .	H <sub>2</sub>	0,06948	0,06962	0,08987
Metano . . . . .	CH <sub>4</sub>	0,558	0,5537	0,722
Metano-oxi-metano . . .	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	1,617	1,5903	2,092
Metilamina . . . . .	CH <sub>5</sub> N	1,08	1,0723	1,397
Neo . . . . .	Ne	0,689	0,6907	0,891

CUERPOS	Molécula	D. experi- mental	D. teó rica	Peso del litro,grs
Nitrógeno químico. . . . .	N <sub>2</sub>	0,96758	0,9677	1,2508
> atmosférico. . . . .	N <sub>2</sub> +A+..	0,97209	.....	1,2573
Oxícloruro de carbono. . . . .	COCl <sub>2</sub>	3,46	3,4157	4,4754
Oxido de carbono. . . . .	CO	0,967	0,9670	1,2508
> nítrico. . . . .	NO	1,037	1,0364	1,341
> nitroso. . . . .	N <sub>2</sub> O	1,53	1,5203	1,914
Oxígeno. . . . .	O <sub>2</sub>	1,1052	1,1052	1,4295
Oxisulfuro de carbono. . . . .	COS	2,1045	2,0743	2,722
Propeno. . . . .	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	1,498	1,4522	1,938
Trifluor-metano. . . . .	CF <sub>3</sub> H	2,42	2,4179	3,130
Xeno. . . . .	X	4,411	4,4208	5,706
<b>Líquidos</b>				
<b>ó sólidos á 15°</b>				
Acido fluorhídrico. . . . .	FH	0,7126	0,6910	0,920
Agua. . . . .	H <sub>2</sub> O	0,6235	0,6222	0,806
Arsénico. . . . .	As <sub>4</sub>	10,6 <sup>(860°)</sup>	10,3612	.....
Azufre. . . . .	S <sub>2</sub>	2,23 <sup>(1040°)</sup>	2,2145	.....
Benceno. . . . .	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	2,77	2,6265	3,583
Bromo. . . . .	Br <sub>2</sub>	5,524 <sup>(228°)</sup>	5,5232	.....
Cadmio. . . . .	Cd	3,94 <sup>(1040°)</sup>	3,8820	.....
Etanal. . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	1,532	1,5207	1,982
Etanol. . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	1,6133	1,5903	2,084
Etano-oxi-etano. . . . .	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	2,565	2,5585	3,318
Etilamina. . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N	1,573	1,5564	2,035
Fósforo. . . . .	P <sub>4</sub>	4,5 <sup>(1040°)</sup>	4,2826	.....
Iodo. . . . .	I <sub>2</sub>	8,72 <sup>(300°)</sup>	8,7704	.....
Mercurio. . . . .	Hg	6,7 <sup>(852°)</sup>	6,9075	.....
Metanol. . . . .	CH <sub>4</sub> O	1,12	1,1063	1,449
Metano-nitrilo. . . . .	CNH	0,948	0,9331	1,226
Peróxido de nitrógeno. . . . .	NO <sub>2</sub>	1,57 <sup>(183°)</sup>	1,5890	.....
Propanona. . . . .	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	2,002	2,0048	2,590
Selenio. . . . .	Se <sub>2</sub>	6,37 <sup>(1040°)</sup>	5,4707	.....
Sulfuro de carbono. . . . .	S <sub>2</sub> C	2,645	2,6289	3,421
Teluro. . . . .	Te <sub>2</sub>	9,08 <sup>(1390°)</sup>	8,8139	.....
Tricloro-metano. . . . .	CCl <sub>3</sub> H	4,215	4,1223	5,452

### TABLA VI

**Volumen y densidad del agua destilada  
de 0° á 100° (Rossetti)**

$d_t$  = densidad á t°,  $d_0 = 1$ .  $D_t$  = densidad á t°,  $D_{4,07} = 1$ .  
 $v_t$  = volumen á t°,  $v_0 = 1$ .  $V_t$  = volumen á t°,  $V_{4,07} = 1$ .

t	$d_t$	$v_t$	$D_t$	$V_t$
0	1,000000	1,000000	0,999871	1,000129
1	057	0,999943	928	072
2	098	902	969	031
3	120	880	991	009
4	129	871	1,000000	1,000000
5	119	881	0,999990	010
6	099	901	970	030
7	062	938	933	067
8	015	985	886	114
9	0,999953	1,000047	824	176
10	876	124	747	253
11	784	216	655	345
12	678	322	549	451
13	559	441	430	570
14	429	572	299	701
15	289	712	160	841
16	131	870	002	999
17	0,998970	1,001031	0,998841	1,001160
18	782	219	654	348
19	0,998588	1,000413	0,998460	1,001542
20	388	615	259	744
21	176	828	047	957
22	0,997956	1,002048	0,997828	1,002177
23	730	276	601	405
24	495	511	367	641
25	249	759	120	888
26	0,996994	1,003014	0,996866	1,003144
27	732	278	603	408
28	460	553	331	682
29	179	835	051	965
30	0,99589	1,00412	0,99577	1,00425
40	0,99248	1,00757	0,99235	1,00770
50	0,98832	1,01182	0,98819	1,01195
60	0,98350	1,01678	0,98338	1,01691
70	0,97807	1,02243	0,97794	1,02256
80	0,97206	1,02874	0,97194	1,02887
90	0,96568	1,03554	0,96556	1,03567
100	0,95879	1,04299	0,95866	1,04312



### TABLA VII

Equivalencia entre grados Baumé  
y densidades, á 15°

A.—Líquidos más ligeros que el agua

Grads B <sup>e</sup>	Densidades	Grads B <sup>e</sup>	Densidades	Grads B <sup>e</sup>	Densidades	Grads B <sup>e</sup>	Densidades
10	1,0000	24	0,9114	38	0,8372	52	0,7742
11	0,9935	25	9057	39	8324	53	7700
12	9863	26	9000	40	8276	54	7659
13	9796	27	8944	41	8229	55	7619
14	9730	28	8889	42	8182	56	7579
15	9669	29	8834	43	8136	57	7539
16	9600	30	8781	44	8090	58	7499
17	9530	31	8727	45	8045	59	7461
18	9473	32	8675	46	8000	60	7422
19	9412	33	8623	47	7956	61	7384
20	9350	34	8571	48	7912	62	7350
21	9290	35	8521	49	7868		
22	9231	36	8471	50	7826		
23	9172	37	8421	51	7783		

B.—Líquidos más pesados que el agua

Grads B <sup>e</sup>	Densidades	Grads B <sup>e</sup>	Densidades	Grads B <sup>e</sup>	Densidades	Grads B <sup>e</sup>	Densidades	Grads B <sup>e</sup>	Densidades
0	1,0000	15	1,1160	30	1,2624	45	1,4531	60	1,7116
1	0069	16	1247	31	2736	46	4678	61	7322
2	0140	17	1335	32	2849	47	4828	62	7532
3	0212	18	1425	33	2965	48	4984	63	7748
4	0285	19	1516	34	3082	49	5141	64	7969
5	0358	20	1608	35	3202	50	5301	65	8195
6	0434	21	1702	36	3324	51	5466	66	8428
7	0509	22	1798	37	3447	52	5633	67	8687
8	0587	23	1896	38	3574	53	5804	68	8912
9	0665	24	1994	39	3703	54	5978	69	9163
10	0744	25	2095	40	3834	55	6158	70	9421
11	0825	26	2198	41	3968	56	6342	71	9686
12	0907	27	2301	42	4105	57	6529	72	9959
13	0990	28	2407	43	4244	58	6720		
14	1074	29	2515	44	4386	59	6916		

### TABLA VIII

#### Densidades del ácido clorhídrico (Lunge y Marchlewski)

Densidad a $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$	Grados Baumé	Cl H por 100 en peso	Kgs. de Cl H por litro
1,005	0,7	1,15	0,012
010	1,4	2,14	022
015	2,1	3,12	032
020	2,7	4,13	042
025	3,4	5,15	053
030	4,1	6,15	064
035	4,7	7,15	074
040	5,4	8,16	085
045	6,0	9,16	096
050	6,7	10,17	107
055	7,4	11,18	118
060	8,0	12,19	129
065	8,7	13,19	141
070	9,4	14,17	152
075	10,0	15,16	163
080	10,6	16,15	174
085	11,2	17,13	186
090	11,9	18,11	197
095	12,4	19,06	209
100	13,0	20,01	220
105	13,6	20,97	232
110	14,2	21,92	243
115	14,9	22,86	255
120	15,4	23,82	267
125	16,0	24,78	278
130	16,5	25,75	291
135	17,1	26,70	303
140	17,7	27,66	315
1425	18,0	28,14	322
145	18,3	28,61	328
150	18,8	29,57	340
152	19,0	29,95	345
155	19,3	30,55	353
160	19,8	31,52	366
163	20,0	32,10	373
165	20,3	32,49	379
170	20,9	33,46	392
171	21,0	33,65	394
175	21,4	34,42	404
180	22,0	35,39	418
185	22,5	36,31	430
190	23,0	37,23	443
195	23,5	37,16	456
200	24,0	39,11	469

### TABLA IX

**Densidad de las disoluciones de ácido sulfúrico  
(Lunge é Isler)**

Densidad	Grads Be	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> por 100 en peso	Kgs. de SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> p. litro	Densidad	Grads Be	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> por 100 en peso	Kgs. de SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> p. litro
1,000	0	0,09	0,001	1,440	44,1	54,07	0,779
010	1,4	1,57	016	450	44,8	55,03	798
020	2,7	3,03	031	460	45,4	55,97	817
030	4,1	4,49	046	470	46,1	56,90	837
040	5,4	5,96	062	480	46,8	57,83	856
050	6,7	7,37	077	490	47,4	58,74	876
060	8,0	8,77	093	500	48,1	59,70	896
070	9,4	10,19	109	510	48,7	60,65	916
080	10,6	11,60	125	520	49,4	61,59	936
090	11,9	12,99	142	530	50,0	62,53	957
100	13,0	14,35	158	540	50,6	63,43	977
110	14,2	15,71	175	550	51,2	64,26	996
120	15,4	17,01	191	560	51,8	65,08	1,015
130	16,5	18,31	207	570	52,4	65,90	035
140	17,7	19,61	223	580	53,0	66,71	054
150	18,8	20,91	239	590	53,6	67,59	075
160	19,8	22,19	257	600	54,1	68,51	096
170	20,9	23,47	275	610	54,7	69,43	118
180	22,0	24,76	292	620	55,2	70,32	139
190	23,0	26,04	310	630	55,8	71,16	160
200	24,0	27,32	328	640	56,3	71,99	181
210	25,0	28,58	346	650	56,9	72,82	202
220	26,0	29,84	364	660	57,4	73,64	222
230	26,9	31,11	382	670	57,9	74,71	244
240	27,9	32,28	400	680	58,4	75,42	267
250	28,8	33,43	418	690	58,9	76,30	289
260	29,7	34,57	435	700	59,5	77,17	312
270	30,6	35,71	454	710	60,0	78,04	334
280	31,5	36,87	472	720	60,4	78,92	357
290	32,4	38,03	490	730	60,9	79,80	381
300	33,3	39,19	510	740	61,4	80,68	404
310	34,2	40,35	529	750	61,8	81,56	427
320	35,0	41,51	548	760	62,3	82,44	451
330	35,8	42,66	567	770	62,8	83,32	475
340	36,6	43,74	586	780	63,2	84,50	504
350	37,4	44,82	605	790	63,7	85,70	534
360	38,2	45,88	624	800	64,2	86,90	564
370	39,0	46,94	643	810	64,6	88,30	598
380	39,8	48,00	662	820	65,0	90,05	639
390	40,5	49,06	682	822	65,1	90,40	647
400	41,2	50,11	702	824	65,2	90,80	656
410	42,0	51,15	721	826	65,3	91,25	666
420	42,7	52,15	740	828	65,4	91,70	676
430	43,4	53,11	759	831	65,5	92,30	690

Densidad	Grads B <sup>e</sup>	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> por 100 en peso	Kgs. de SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> p. litro	Densidad	Grads B <sup>e</sup>	SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> por 100 en peso	Kgs. de SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> p. litro
1,833	65,6	92,75	1,700	1,8410		98,20	1,808
835	65,7	93,43	713	8405		98,70	816
838	65,8	94,60	739	8400		99,20	825
840	65,9	95,60	759	8395		99,45	830
8405		95,95	765	8390		99,70	834
8410		97,00	786	8385		99,95	838
8415		97,70	799				

**TABLA X**

**Densidad del ácido nítrico á 15°. Agua á 4° = 1 (Lunge y Rey)**

Densidades	Grados Baumé	NO <sub>3</sub> H por 100 en peso	Kgs. de NO <sub>3</sub> H p. litro	Densidades	Grados Baumé	NO <sub>3</sub> H por 100 en peso	Kgs. de NO <sub>3</sub> H p. litro
1,015	2,1	2,80	0,028	1,310	34,2	49,07	0,643
030	4,1	5,50	057	320	35	50,71	669
045	6,0	8,13	085	330	35,8	52,37	697
060	8,0	10,68	113	3325	36	52,80	704
070	9,4	12,33	132	340	36,6	54,07	725
080	10,6	13,95	151	350	37,4	55,79	753
090	11,9	15,53	169	360	38,2	57,57	783
100	13,0	17,11	188	370	39	59,39	814
110	14,2	18,67	207	380	39,8	61,27	846
120	15,4	20,23	227	3833	40	61,92	857
130	16,5	21,77	246	390	40,5	63,23	879
140	17,7	23,31	266	400	41,2	65,30	914
150	18,8	24,84	286	410	42	67,50	952
160	19,8	26,36	306	420	42,7	69,80	991
170	20,9	27,88	326	430	43,4	72,17	1,032
180	22	29,38	347	440	44,1	74,68	075
190	23	30,88	367	450	44,8	77,28	121
200	24	32,36	388	460	45,4	79,98	168
210	25	33,82	409	470	46,1	82,90	219
220	26	35,28	430	480	46,8	86,05	274
230	26,9	36,78	452	490	47,4	89,60	335
240	27,9	38,29	475	500	48,1	94,09	411
250	28,8	39,82	498	505	48,4	96,39	451
260	29,7	41,34	521	508	48,5	97,50	470
270	30,6	42,87	544	510	48,7	98,10	481
280	31,5	44,41	568	515	49	99,07	501
290	32,4	45,95	593	520	49,4	99,67	515
300	33,3	47,49	617				

**TABLA XI**

Densidad de las disoluciones de ácido acético  
á 15° (agua á 4° = 1)

(Oudemans)

Densidad	°/o de ac. <sup>o</sup> acét. <sup>o</sup>	Densidad	°/o de ac. <sup>o</sup> acét. <sup>o</sup>	Densidad	°/o de ac. <sup>o</sup> acét. <sup>o</sup>	Densidad	°/o de ac. <sup>o</sup> acét. <sup>o</sup>
0,9992	0	1,0363	26	1,0623	51	1,0747	76
1,0007	1	1,0375	27	1,0631	52	1,0748	77
1,0022	2	1,0388	28	1,0638	53	1,0748	78
1,0037	3	1,0400	29	1,0646	54	1,0748	79
1,0052	4	1,0412	30	1,0653	55	1,0748	80
1,0067	5	1,0424	31	1,0660	56	1,0747	81
1,0083	6	1,0436	32	1,0666	57	1,0746	82
1,0098	7	1,0447	33	1,0673	58	1,0744	83
1,0113	8	1,0459	34	1,0679	59	1,0742	84
1,0127	9	1,0470	35	1,0685	60	1,0739	85
1,0142	10	1,0481	36	1,0691	61	1,0736	86
1,0157	11	1,0492	37	1,0697	62	1,0731	87
1,0171	12	1,0502	38	1,0702	63	1,0726	88
1,0185	13	1,0513	39	1,0707	64	1,0720	89
1,0200	14	1,0523	40	1,0712	65	1,0713	90
1,0214	15	1,0533	41	1,0717	66	1,0705	91
1,0228	16	1,0543	42	1,0721	67	1,0696	92
1,0242	17	1,0552	43	1,0725	68	1,0686	93
1,0256	18	1,0562	44	1,0729	69	1,0674	94
1,0270	19	1,0571	45	1,0733	70	1,0660	95
1,0284	20	1,0580	46	1,0737	71	1,0644	96
1,0298	21	1,0589	47	1,0740	72	1,0625	97
1,0311	22	1,0598	48	1,0742	73	1,0604	98
1,0324	23	1,0607	49	1,0744	74	1,0580	99
1,0337	24	1,0615	50	1,0746	75	1,0553	100
1,0350	25						

## TABLA XII

Densidad de las disoluciones de potasa  
á 15° (agua á 4° = 1)

(Lunge)

Densidad	Grados Baumé	°/o de KOH	KOH en litro Gramos	Densidad	Grados Baumé	°/o de KOH	KOH en litro Gramos
1,007	1,0	0,9	9	1,252	29,2	27,0	338
014	2,0	1,7	17	263	30,2	28,0	353
022	3,1	2,6	26	274	31,2	28,9	368
029	4,1	3,5	36	285	32,2	29,8	385
037	5,2	4,5	46	297	33,2	30,7	398
045	6,2	5,6	58	308	34,1	31,8	416
052	7,2	6,4	67	320	35,2	32,7	432
060	8,2	7,4	78	332	36,1	33,7	449
067	9,1	8,2	83	345	37,2	34,9	469
075	10,1	9,2	99	357	38,1	35,9	487
083	11,1	10,1	109	370	39,2	36,9	506
091	12,1	10,9	119	383	40,2	37,8	522
100	13,2	12,0	132	397	41,2	38,9	543
108	14,1	12,9	143	410	42,2	39,9	563
116	15,1	13,8	153	424	43,2	40,9	582
125	16,1	14,8	167	438	44,2	42,1	605
134	17,1	15,7	178	453	45,2	43,4	631
142	18,0	16,5	183	468	46,2	44,6	655
152	19,1	17,6	203	483	47,2	45,8	679
162	20,2	18,6	216	498	48,2	47,1	706
171	21,2	19,5	228	514	49,2	48,3	731
180	22,1	20,5	242	530	50,2	49,4	756
190	23,1	21,4	255	546	51,2	50,6	779
200	24,2	22,4	269	563	52,2	51,9	811
210	25,2	23,3	282	580	53,2	53,2	840
220	26,1	24,2	295	597	54,2	54,5	870
231	27,2	25,1	309	615	55,2	55,9	905
241	28,2	26,1	324	634	56,3	57,5	940

### TABLA XIII

Densidad de las disoluciones de sosa  
á 15° (agua á 4° = 1)

(Lunge)

Densidad	Grados Baumé	o/o de NaOH	NaOH en litro Gramos	Densidad	Grados Baumé	o/o de NaOH	NaOH en litro Gramos
1,007	1,0	0,61	6	1,220	26,1	19,58	239
014	2,0	1,20	12	231	27,2	20,59	253
022	3,1	2,00	21	241	28,2	21,42	266
029	4,1	2,70	28	252	29,2	22,64	283
036	5,1	3,35	35	263	30,2	23,67	299
045	6,2	4,00	42	274	31,2	24,81	316
052	7,2	4,64	49	285	32,2	25,80	332
060	8,2	5,29	56	297	33,2	26,83	348
067	9,1	5,87	63	308	34,1	27,80	364
075	10,1	6,55	70	320	35,2	28,83	381
083	11,1	7,31	79	332	36,1	29,93	399
091	12,1	8,00	87	345	37,2	31,22	420
100	13,2	8,68	95	357	38,1	32,47	441
108	14,1	9,42	104	370	39,2	33,69	462
116	15,1	10,06	112	383	40,2	34,96	483
125	16,1	10,97	123	397	41,2	36,25	506
134	17,1	11,84	134	410	42,2	37,47	528
142	18,0	12,64	144	424	43,2	38,80	553
152	19,1	13,55	156	438	44,2	39,99	575
162	20,2	14,37	167	453	45,2	41,41	602
171	21,2	15,13	177	468	46,2	42,83	629
180	22,1	15,91	188	483	47,2	44,38	658
190	23,1	16,77	200	498	48,2	46,15	691
200	24,2	17,67	212	514	49,2	47,60	721
210	25,2	18,58	225	530	50,2	49,02	750



### TABLA XIV

Densidad de las disoluciones de amoniaco  
á 15°,6 (agua á 15°,6 = 1).

(W. C. Ferguson)

Grados Baumé	Densidad	°/o de NH <sub>3</sub>	Grados Baumé	Densidad	°/o de NH <sub>3</sub>	Grados Baumé	Densidad	°/o de NH <sub>3</sub>
10,00	1,0000	0,00	16,50	0,9556	11,18	23,00	0,9150	23,52
10,25	0,9982	0,40	16,75	9540	11,64	23,25	9135	24,01
10,50	9964	0,80	17,00	9524	12,10	23,50	9121	24,50
10,75	9947	1,21	17,25	9508	12,56	23,75	9106	24,99
11,00	9929	1,62	17,50	9492	13,02	24,00	9091	25,48
11,25	9912	2,04	17,75	9475	13,49	24,25	9076	25,97
11,50	9894	2,46	18,00	9459	13,96	24,50	9061	26,46
11,75	9876	2,88	18,25	9444	14,43	24,75	9047	26,95
12,00	9859	3,30	18,50	9428	14,90	25,00	9032	27,44
12,25	9842	3,73	18,75	9412	15,37	25,25	9018	27,93
12,50	9825	4,16	19,00	9396	15,84	25,50	9003	28,42
12,75	9807	4,59	19,25	9380	16,32	25,75	8989	28,91
13,00	9790	5,02	19,50	9365	16,80	26,00	8974	29,40
13,25	9773	5,45	19,75	9349	17,28	26,25	8960	29,89
13,50	9756	5,88	20,00	9333	17,76	26,50	8946	30,38
13,75	9739	6,31	20,25	9318	18,24	26,75	8931	30,87
14,00	9722	6,74	20,50	9302	18,72	27,00	8917	31,36
14,25	9705	7,17	20,75	9287	19,20	27,25	8903	31,85
14,50	9689	7,61	21,00	9272	19,68	27,50	8889	32,34
14,75	9672	8,05	21,25	9256	20,16	27,75	8875	32,83
15,00	9655	8,49	21,50	9245	20,64	28,00	8861	33,32
15,25	9639	8,93	21,75	9226	21,12	28,25	8847	33,81
15,50	9622	9,38	22,00	9211	21,60	28,50	8833	34,30
15,75	9605	9,83	22,25	9195	22,08	28,75	8819	34,79
16,00	9589	10,28	22,50	9180	22,56	29,00	8805	35,28
16,25	9573	10,73	22,75	9165	23,04			



**TABLA XV**

**Densidad de los líquidos hidro-alcohólicos á 15°.56. (Squibb)**

Densidad	o/o de alcohol en volumen	o/o de alcohol en peso	Densidad	o/o de alcohol en volumen	o/o de alcohol en peso	Densidad	o/o de alcohol en volumen	o/o de alcohol en peso	Densidad	o/o de alcohol en volumen	o/o de alcohol en peso
0,9985	1	0,80	0,9698	26	21,30	0,9323	51	43,47	0,8745	76	69,05
9970	2	1,60	9691	27	22,14	9303	52	44,42	8731	77	70,18
9956	3	2,40	9678	28	22,99	9283	53	45,36	8696	78	71,31
9942	4	3,20	9665	29	23,84	9262	54	46,32	8664	79	72,45
9930	5	4,00	9652	30	24,69	9242	55	47,29	8639	80	73,59
9914	6	4,81	9643	31	25,55	9221	56	48,26	8611	81	74,74
9898	7	5,62	9631	32	26,41	9200	57	49,23	8581	82	75,91
9890	8	6,43	9618	33	27,27	9178	58	50,21	8557	83	77,09
9878	9	7,24	9609	34	28,13	9160	59	51,20	8526	84	78,29
9869	10	8,05	9593	35	28,99	9135	60	52,20	8496	85	79,50
9855	11	8,87	9578	36	29,86	9113	61	53,20	8466	86	80,71
9841	12	9,69	9565	37	30,74	9090	62	54,21	8434	87	81,94
9828	13	10,51	9550	38	31,62	9069	63	55,21	8408	88	83,19
9821	14	11,33	9535	39	32,50	9047	64	56,22	8773	89	84,45
9815	15	12,15	9519	40	33,39	9025	65	57,24	8340	90	85,75
9802	16	12,98	9503	41	34,28	9001	66	58,27	8305	91	87,05
9789	17	13,80	9490	42	35,18	8973	67	59,32	8272	92	88,37
9778	18	14,63	9470	43	36,06	8949	68	60,38	8237	93	89,71
9766	19	15,46	9452	44	36,99	8925	69	61,44	8199	94	91,07
9750	20	16,28	9434	45	37,90	8900	70	62,50	8164	95	92,46
9753	21	17,11	9416	46	38,82	8875	71	63,58	8125	96	93,89
9741	22	17,95	9396	47	39,71	8850	72	64,65	8084	97	95,34
9728	23	18,78	9381	48	40,66	8825	73	65,74	8041	98	96,84
9716	24	19,62	9362	49	41,59	8799	74	66,83	7995	99	98,39
9709	25	20,46	9343	50	42,52	8769	75	67,93	7948	100	100

**Lista por orden alfabético de los principales compuestos minerales y orgánicos que contienen un número definido de moléculas de agua de cristalización (1)**

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Acetato de bario . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Ba, H_2O$ . . . . .	273,464
» de cadmio . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Cd, 3 H_2O$ . . . . .	284,496
» de calcio . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Ca, H_2O$ . . . . .	176,164
» de cerio (oso) . . . . .	$(C_2H_3O_2)_6Ce_2, 3H_2O$ . . . . .	638,692
» de cobalto (oso) . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Co, 4H_2O$ . . . . .	249,112
» de gadolinio . . . . .	$(C_2H_3O_2)_3Gd, 4H_2O$ . . . . .	405,136
» de hierro (oso) . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Fe, 4H_2O$ . . . . .	246,012
» de litio . . . . .	$C_2H_3O_2Li, 2H_2O$ . . . . .	102,086
» de magnesio . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Mg, 4H_2O$ . . . . .	214,472
» de manganeso . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Mn, 4H_2O$ . . . . .	245,112
» de mercurio. <i>am.</i> . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Hg(NH_3)_2, H_2O$ . . . . .	370,132
» de morfina . . . . .	$C_2H_4O_2.C_{17}H_{19}NO_3, 3H_2O$ . . . . .	399,242
» de plomo. <i>b</i> . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Pb, Pb(OH)_2, H_2O$ . . . . .	583,880
» de » . <i>n</i> . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2Pb, 3H_2O$ . . . . .	378,996
» de sodio . . . . .	$C_2H_3O_2Na, 3H_2O$ . . . . .	136,122
» de uranilo . . . . .	$(C_2H_3O_2)_2UO_2, 2H_2O$ . . . . .	424,580
» de yterbio . . . . .	$(C_2H_3O_2)_3Yb, 4H_2O$ . . . . .	422,136

(1) *a.*—Muchos de los cuerpos que figuran en esta lista, cristalizan también sin agua, en ciertas condiciones.

*b.*—Además de algunas de las abreviaturas usuales, se emplean las siguientes: *a* = ácido; *am* = amoniacal; *b* = básico; (*d*) = dextrógiro; (*i*) = inactivo; (*l*) = levógiro; *o* = orto; *m* = meta; *n* = neutro y *p* = para. Como es natural, las indicaciones *ico* y *oso* que acompañan á algunos compuestos, ostentan su significación propia dentro del lenguaje químico.

*c.*—Para obtener el peso molecular de los compuestos anhidros, réstese

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Ac. <sup>o</sup> aminobenceno sulfónico. <i>m</i> . . . . .	$C_6H_4.NH_2 SO_3H, 1\frac{1}{2}H_2O$ . .	200,150
» aminobenceno sulfónico. <i>o</i> . . . . .	$C_6H_4.NH_2 SO_3H, \frac{1}{2}H_2O$ . .	182,134
» barbitúrico . . . . .	$CO:(NH CO)_2:CH_2, 2H_2O$ . .	164,084
» benceno sulfónico. . . . .	$C_6H_5.SO_3H, H_2O$ . . . . .	176,24
» benzoilbenzoico. <i>o</i> . . . . .	$C_6H_5 CO.C_6H_4.CO_2H, H_2O$ . .	244,096
» berberónico (2.4.5) . . . . .	$C_5H_2N(CO_2H)_3, 2H_2O$ . . . . .	247,106
» bromo-áurico . . . . .	$Br_3Au.BrH, 5H_2O$ . . . . .	618,128
» bromo-platinico . . . . .	$Br_4Pt.2BrH, 9H_2O$ . . . . .	838,720
» cafeico. . . . .	$C_9H_8O_4, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	189,072
» ciano-áurico. . . . .	$(CN)_3Au.CNH, 3H_2O$ . . . . .	356,296
» cianúrico. . . . .	$C_3H_3N_3O_3, 2H_2O$ . . . . .	165,086
» cincómerónico (iso) (2.5) . . . . .	$C_5H_3N(CO_2H)_2, H_2O$ . . . . .	185,066
» cítrico . . . . .	$C_6H_8O_7, H_2O$ . . . . .	210,080
» cloro-áurico . . . . .	$Cl_3Au.ClH, 4H_2O$ . . . . .	412,072
» cloro-platinico. . . . .	$Cl_4Pt.2ClH, 6H_2O$ . . . . .	517,612
» cólico. . . . .	$C_{24}H_{40}O_5, H_2O (1)$ . . . . .	426,336
» diglicólico . . . . .	$(CO_2H.CH_2)_2O, H_2O$ . . . . .	152,064
» dihidróxi benzoico (2.3) . . . . .	$C_6H_3(OH)_2CO_2H, 2H_2O$ . . . .	190,080
» dihidróxi benzoico (2.4) . . . . .	$C_6H_3(OH)_2CO_2H, 3H_2O$ . . . .	208,096
» dihidróxi benzoico (3.5) . . . . .	$C_6H_3(OH)_2CO_2H, 1\frac{1}{2}H_2O$ . .	181,072
» dipicolínico (1.2.6) . . . . .	$C_5H_3N(CO_2H)_2, \frac{1}{2}H_2O$ . . . .	194,074

la parte correspondiente al agua, con los datos que figuran á continuación:

$\frac{1}{2} H_2O$ . . . . .	9,008	4 $H_2O$ . . . . .	72,064	8 $H_2O$ . . . . .	144,128
$\frac{3}{4}$ » . . . . .	13,512	4 $\frac{1}{2}$ » . . . . .	81,072	9 » . . . . .	162,144
1 » . . . . .	18,016	5 » . . . . .	90,080	10 » . . . . .	180,160
1 $\frac{1}{2}$ » . . . . .	27,024	5 $\frac{1}{2}$ » . . . . .	99,088	12 » . . . . .	216,192
2 » . . . . .	36,032	6 » . . . . .	108,096	15 » . . . . .	270,240
2 $\frac{1}{2}$ » . . . . .	45,040	6 $\frac{1}{2}$ » . . . . .	117,104	16 » . . . . .	288,256
3 » . . . . .	54,048	7 » . . . . .	126,112	18 » . . . . .	324,288

(1) También cristaliza con una molécula de alcohol.

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Ac. <sup>o</sup> fenol-sulfónico. <i>m.</i> . . . . .	$C_6H_4(OH).SO_3H, 2H_2O$ . . . . .	210,140
» gálico (3.4.5) . . . . .	$C_6H_2(OH)_3.CO_2H, H_2O$ . . . . .	188,064
» hidróxitoluico (1.2.4) . . . . .	$CH_3.C_6H_3(OH).CO_2H, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	161,072
» » (1.3.4) . . . . .	$CH_3.C_6H_3(OH).CO_2H, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	161,072
» iodo-platinico . . . . .	$I_4Pt.2H_2O, 9H_2O$ . . . . .	120,780
» lutidinico . . . . .	$C_5H_3N(CO_2H)_2, H_2O$ . . . . .	185,066
» mecónico . . . . .	$C_5HO_2(OH)(CO_2H)_2, 3H_2O$ . . . . .	254,080
» mesotartárico . . . . .	$CO_2H.(CH.OH)_2.CO_2H, H_2O$ . . . . .	168,064
» metilúrico ( $\alpha$ ) (3) . . . . .	$CH_3.C_5H_3N_4O_3, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	191,096
» » ( $\gamma$ ) (7) . . . . .	$CH_3.C_5H_3N_4O_3, H_2O$ . . . . .	200,104
» naftaleno-sulfón <sup>o</sup> ( $\alpha$ ) . . . . .	$C_{10}H_7SO_3H, H_2O$ . . . . .	226,140
» nitro-ftálico (4) . . . . .	$C_6H_3(NO_2)(CO_2H)_2, H_2O$ . . . . .	229,066
» nitro-isoftálico (5) . . . . .	$C_6H_3(NO_2)(CO_2H)_2, 1\frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	238,074
» nitrosalicílico (1.2.3) . . . . .	$C_6H_3(NO_2)(OH)(CO_2H), H_2O$ . . . . .	201,066
» oxálico . . . . .	$C_2O_4H_2, 2H_2O$ . . . . .	126,048
» perclórico . . . . .	$ClO_4H, H_2O$ (1) . . . . .	118,474
» per-iódico . . . . .	$IO_4H, 2H_2O$ . . . . .	228,010
» protocatéquico (3.4) . . . . .	$C_6H_3(OH)_2.CO_2H, H_2O$ . . . . .	172,064
» racémico . . . . .	$CO_2H.(CH.OH)_2.CO_2H, H_2O$ . . . . .	168,064
» selénico . . . . .	$SeO_4H_2, H_2O$ . . . . .	163,232
» sulfoacético . . . . .	$SO_3H.CH_2.CO_2H, H_2O$ . . . . .	158,108
» sulfanílico. <i>p.</i> . . . . .	$C_6H_4(NH_2).SO_3H, H_2O$ . . . . .	191,142
» sulfobenzóico. <i>o.</i> . . . . .	$C_6H_4(CO_2H).SO_3H, 3H_2O$ . . . . .	256,156
» » <i>p.</i> . . . . .	$C_6H_4(CO_2H).SO_3H, 3H_2O$ . . . . .	256,156
» tartárico ( <i>i.</i> ) . . . . .	$CO_2H.(CH.OH)_2.CO_2H, H_2O$ . . . . .	168,064
» tartrónico . . . . .	$CH(OH):(CO_2H)_2, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	129,040
» taurocólico . . . . .	$C_{26}H_{45}NSO_7, H_2O$ . . . . .	533,446
» telúrico . . . . .	$TeO_4H_2, 2H_2O$ (2) . . . . .	229,648
» tolueno-sulfónico. <i>o.</i> . . . . .	$CH_3.C_6H_4.SO_3H, 2H_2O$ . . . . .	208,156
» » <i>m.</i> . . . . .	$CH_3.C_6H_4.SO_3H, H_2O$ . . . . .	190,140
» » <i>p.</i> . . . . .	$CH_3.C_6H_4.SO_3H, 4H_2O$ . . . . .	244,188
» xileno-sulfónico (4) . . . . .	$(CH_3)_2.C_6H_3.SO_3H, 2H_2O$ . . . . .	222,172
Arbutina . . . . .	$C_{12}H_{16}O_7, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	281,136
Arseniato de bario. <i>a.</i> . . . . .	$AsO_4HBa, H_2O$ . . . . .	295,424
» de calcio y am <sup>o</sup> . . . . .	$AsO_4Ca(NH_4), 6H_2O$ . . . . .	305,238

(1) Existe también un hidrato cristalino con  $2H_2O$ .

(2) Cristaliza en dos formas distintas (ácido  $\alpha$  ó  $\beta$ ).

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Arseniato decobalto (oso)	$(AsO_4)_2Co_3, 8H_2O$ . . . . .	599,128
» de estroncio. <i>a.</i>	$AsO_4HSr, H_2O$ . . . . .	245,624
» de hierro (ico).	$AsO_4Fe, 2H_2O$ . . . . .	230,932
» de magnesio y amonio. . . . .	$AsO_4Mg(NH_4), 6H_2O$ . . . . .	289,498
» de sodio. <i>a.</i> . . . .	$AsO_4HNa_2, 12H_2O$ (1) . . . .	402,300
» de zinc. . . . .	$(AsO_4)_2Zn_3, 8H_2O$ . . . . .	618,328
Aloxana . . . . .	$C_4H_2N_2O_4, 4H_2O$ (2). . . . .	214,100
Aluminato de potasio. . . . .	$Al_2O_4K_2, 3H_2O$ . . . . .	250,548
Amarina . . . . .	$C_{21}H_{18}N_2, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	307,172
Amigdalina. . . . .	$C_{20}H_{27}NO_{11}, 3H_2O$ . . . . .	511,274
Aminoquinoleina (4). . . . .	$C_9H_6N.NH_2, H_2O$ . . . . .	162,100
Antimoniato de amonio. . . . .	$SbO_3(NH_4), 2H_2O$ . . . . .	222,274
» de sodio . . . . .	$2SbO_3Na, 7H_2O$ . . . . .	508,612
Biuret. . . . .	$NH(CO.NH_2)_2, H_2O$ . . . . .	121,086
Borato de potasio (tetra). . . . .	$B_4O_7K_2, 5H_2O$ . . . . .	324,380
» de sodio. <i>m.</i> . . . .	$(BO_3)_2Na_2, 4H_2O$ . . . . .	204,164
» de » (tetra). . . . .	$B_4O_7Na_2, 10H_2O$ (3). . . . .	382,260
Bromato de aluminio . . . . .	$(BrO_3)_3Al, 9H_2O$ . . . . .	573,124
» de bario. . . . .	$(BrO_3)_2Ba, H_2O$ . . . . .	411,336
» de cadmio. . . . .	$(BrO_3)_2Cd, 2H_2O$ . . . . .	404,352
» de cobalto (oso). . . . .	$(BrO_3)_2Co, 6H_2O$ . . . . .	423,016
» de cobre (ico). . . . .	$(BrO_3)_2Cu, 5H_2O$ . . . . .	409,600
» de estroncio . . . . .	$(BrO_3)_2Sr, H_2O$ . . . . .	361,536
» de magnesio. . . . .	$(BrO_3)_2Mg, 6H_2O$ . . . . .	388,376
» de mercurio(ico) . . . . .	$(BrO_3)_2Hg, 2H_2O$ . . . . .	491,952
» de níquel . . . . .	$(BrO_3)_2Ni, 6H_2O$ . . . . .	422,716
» de plomo . . . . .	$(BrO_3)_2Pb, H_2O$ . . . . .	480,836
» de zinc. . . . .	$(BrO_3)_2Zn, 6H_2O$ . . . . .	429,416
Bromhidrato de aconitina . . . . .	$BrH.C_{34}H_{47}NO_{11}, 2\frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	771,394
» de quinina. . . . .	$BrH.C_{20}H_{24}N_2O_2, H_2O$ . . . . .	423,196
Bromoplatinato de sodio. . . . .	$Br_4Pt.2BrNa, 6H_2O$ . . . . .	828,756
Bromuro de bario. . . . .	$Br_2Ba, 2H_2O$ . . . . .	333,352
» de cromo (ico). . . . .	$Br_3Cr, 6H_2O$ . . . . .	400,076

(1) Cristalizado por encima de 20° se presenta con 7H<sub>2</sub>O según unos autores, y con 7 1/2 ú 8 H<sub>2</sub>O, según otros.

(2) Cristalizada en caliente, solo contiene una molécula de agua.

(3) Cristalizado en caliente (por encima de 60°), se presenta con 5H<sub>2</sub>O.

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Bromuro de estroncio . . .	$\text{Br}_2\text{Sr}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	355,616
» de hierro (oso) . . .	$\text{Br}_2\text{Fe}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	323,916
» de iridio (tri) . . .	$\text{Br}_3\text{Ir}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	504,914
» de manganeso . . .	$\text{Br}_2\text{Mn}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	286,984
» de níquel . . . . .	$\text{Br}_2\text{Ni}, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	272,668
» de sodio . . . . .	$\text{BrNa}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	139,042
Brucina . . . . .	$\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_4, 4\text{H}_2\text{O}$ (1) . . . . .	466,292
Cafeína . . . . .	$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$ (2) . . . . .	212,136
Carbon.º de amonio . . . . .	$\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	114,100
» » » (sexqui) . . . . .	$(\text{CO}_3)_3\text{H}_2(\text{NH}_4)_4, 2\text{H}_2\text{O}$ (3) . . . . .	290,216
» de magnesio. <i>b</i> . . . . .	$(\text{CO}_3\text{Mg})_3.\text{Mg}(\text{OH})_2, 3\text{H}_2\text{O}$ (4) . . . . .	365,506
» de magnesio . . . . .	$\text{CO}_3\text{Mg}, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	138,408
» de potasio . . . . .	$\text{CO}_3\text{K}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ (5) . . . . .	174,332
» de sodio . . . . .	$\text{CO}_3\text{Na}_2, 10\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	286,260
» » » (sexqui) . . . . .	$(\text{CO}_3)_3\text{H}_2\text{Na}_4, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	328,264
» desodio y pot.º . . . . .	$\text{CO}_3\text{NaK}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	230,296
Ciananilida . . . . .	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH.CN}, \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	127,076
Cianuro de estroncio . . . . .	$(\text{CN})_2\text{Sr}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	211,684
» de níquel y pot.º . . . . .	$(\text{CN})_2\text{Ni}.2\text{CNK}.\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	259,056
» de oro y amonio . . . . .	$(\text{CN})_3\text{Au.CN}(\text{NH}_4), \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	337,298
» de oro y potasio . . . . .	$(\text{CN})_3\text{Au.CNK}, 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	367,422
Citrato de calcio . . . . .	$(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7)_2\text{Ca}_3, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	574,476
Clorato de aluminio . . . . .	$(\text{ClO}_3)_3\text{Al}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	385,546
» de bario . . . . .	$(\text{ClO}_3)_2\text{Ba}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	322,316
» de cobalto (oso) . . . . .	$(\text{ClO}_3)_2\text{Co}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	333,996
» de cobre (ico) . . . . .	$(\text{ClO}_3)_2\text{Cu}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	338,596
» de estroncio . . . . .	$(\text{ClO}_3)_2\text{Sr}, 8\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	398,628
» de litio . . . . .	$\text{ClO}_3\text{Li}, \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	99,488
Clorhidr.º de cafeína . . . . .	$\text{ClH}.\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ (6) . . . . .	266,570
» de cinconidina . . . . .	$\text{ClH}.\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}, \text{H}_2\text{O}$ (7) . . . . .	448,670
» de cinconina . . . . .	$\text{H}.\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	366,686
» de codeína . . . . .	$\text{ClH}.\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	371,668

- (1) También con  $2\text{H}_2\text{O}$ . (2) Cristalizada del alcohol, es anhidra.  
 (3) También con 1 de  $\text{H}_2\text{O}$ , según condiciones de cristalización.  
 (4) Hay otros carbonatos básicos de distinta composición.  
 (5) Stadeler admite el compuesto cristalizado  $2\text{CO}_3\text{K}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .  
 (6) También anhidra, según Beilstein. (7) También con  $2\text{H}_2\text{O}$ .

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Clorhidr <sup>o</sup> de morfina . . .	$\text{ClH.C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3, 3\text{H}_2\text{O}$ . . .	375,668
» de quinidina . . .	$\text{ClH.C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	378,686
» de quinina . . .	$\text{ClH.C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	396,702
» de tebaína . . .	$\text{ClH.C}_{19}\text{H}_{21}\text{NO}_3, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	365,652
Cloro-aurato de amonio . . .	$[\text{Cl}_3\text{Au.Cl}(\text{NH}_4)]_4, 5\text{H}_2\text{O}$ (1).	1518,248
Cloro-platinato de bario . . .	$\text{Cl}_4\text{Pt.Cl}_2\text{Ba}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	616,964
» de litio . . .	$\text{Cl}_4\text{Pt.2ClLi}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	529,656
» de sodio . . .	$\text{Cl}_4\text{Pt.2ClNa}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	561,696
Cloruro de bario . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Ba}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	244,332
» de cadmio . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Cd}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	219,332
» de calcio . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Ca}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	219,096
» de cobalto (oso) . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Co}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	237,996
» de cobre (ico) . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Cu}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	170,532
» de cobre y am. <sup>o</sup> . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Cu.2ClNH}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	277,516
» de cromo (ico) . . . . .	$\text{Cl}_3\text{Cr}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	266,546
» de estaño (oso) . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Sn}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	225,932
» de estroncio . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Sr}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	266,596
» de gadolinio . . . . .	$\text{Cl}_3\text{Gd}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	370,446
» de glucinio . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Gl}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	152,064
» de hierro (ico) . . . . .	$\text{Cl}_3\text{Fe}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	271,210
» de hierro (oso) . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Fe}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	198,864
» de lantano . . . . .	$\text{Cl}_3\text{La}, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	371,362
» de magnesio . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Mg}, 6\text{H}_2\text{O}$ (2) . . . . .	203,356
» de » y potasio . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Mg.ClK}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	277,956
» de manganeso . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Mn}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	197,964
» de neodimio . . . . .	$\text{Cl}_3\text{Nd}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	358,046
» de níquel . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Ni}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	237,696
» de » y am. <sup>o</sup> . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Ni.Cl}(\text{NH}_4), 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	291,188
» de osmio y amonio (tri) . . . . .	$[\text{Cl}_3\text{Os.2Cl}(\text{NH}_4)]_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	862,716
» de osmio y potasio (tri) . . . . .	$(\text{Cl}_3\text{Os.3ClK})_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	1150,396
» de paladio . . . . .	$\text{Cl}_2\text{Pd}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	213,432
» de platino (tetra) . . . . .	$\text{Cl}_4\text{Pt}, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	426,680
» de praseodimio . . . . .	$\text{Cl}_3\text{Pr}, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	372,962

(1) Es frecuente atribuirle la fórmula  $\text{Cl}_3\text{Au.Cl}(\text{NH}_4), 3\text{H}_2\text{O}$ .

(2) El cloruro anhidro, es cristalino.

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Cloruro de talio (tri) . . . . .	$\text{Cl}_3\text{Tl}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	328,466
» de yterbio . . . . .	$\text{Cl}_3\text{Yb}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	387,446
» de ytrio . . . . .	$\text{Cl}_3\text{Yt}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	303,446
Creatina . . . . .	$\text{C}_4\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	149,118
(Crisanilina . . . . .	$\text{C}_{19}\text{H}_{15}\text{N}_3, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	321,182
Cromato (di) de bario . . . . .	$\text{Cr}_2\text{O}_7\text{Ba}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	389,632
» de calcio . . . . .	$\text{CrO}_4\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	192,232
» de litio . . . . .	$\text{CrO}_4\text{Li}_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	148,176
» (di) de litio . . . . .	$\text{Cr}_2\text{O}_7\text{Li}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	266,292
» de sodio . . . . .	$\text{CrO}_4\text{Na}_2, 10\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	342,360
» (di) de sodio . . . . .	$\text{Cr}_2\text{O}_7\text{Na}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	298,332
Codeína . . . . .	$\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	317,194
Colesterina . . . . .	$\text{C}_{26}\text{H}_{48}\text{OH}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	390,368
Coniferina . . . . .	$\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{O}_8, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	378,208
Diazofenol. p. . . . .	$\text{OH N:N.C}_6\text{H}_4.\text{OH}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	210,132
Dihidróxipiridina (2 6) . . . . .	$\text{C}_5\text{H}_3\text{N}(\text{OH})_2, \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	120,058
Dionina . . . . .	$\text{C}_{19}\text{H}_{23}\text{NO}_3.\text{ClH}, 2\text{H}_2\text{O}$ (1) . . . . .	385,684
Di-resorcina . . . . .	$[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2]_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	254,112
Dithionato de bario . . . . .	$\text{S}_2\text{O}_6\text{Ba}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	333,552
» de estroncio . . . . .	$\text{S}_2\text{O}_6\text{Sr}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	319,784
» de plomo . . . . .	$\text{S}_2\text{O}_6\text{Pb}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	439,084
» de sodio . . . . .	$\text{S}_2\text{O}_6\text{Na}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	242,252
Estannato de potasio . . . . .	$\text{SnO}_3\text{K}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	299,348
» de sodio . . . . .	$\text{SnO}_3\text{Na}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	267,148
Fenantrolina . . . . .	$\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	198,100
Ferrocian.º de amonio . . . . .	$(\text{CN})_6\text{Fe}(\text{NH}_4)_4, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	338,176
» de bario . . . . .	$(\text{CN})_6\text{FeBa}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	594,856
» de calcio . . . . .	$(\text{CN})_6\text{FeCa}_2, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	508,252
» de estroncio . . . . .	$(\text{CN})_6\text{FeSr}_2, 15\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	657,400
» de magnesio . . . . .	$(\text{CN})_6\text{FeMg}_2, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	476,872
» de potasio . . . . .	$(\text{CN})_6\text{FeK}_4, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	422,608
» de sodio . . . . .	$(\text{CN})_6\text{FeNa}_4, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	520,352
» de talio . . . . .	$(\text{CN})_6\text{FeTl}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	1064,392
Floroglucina (1.2.3) . . . . .	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	162,080
Fluocestannato de potasio . . . . .	$\text{Fl}_4\text{Sn}.2\text{FK}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	329,316
Fluoruro de cobalto (oso) . . . . .	$\text{Fl}_2\text{Co}, 2\text{H}_2\text{O}$ (2) . . . . .	133,016

(1) Clorhidrato de etil-morfina. También con 1 de  $\text{H}_2\text{O}$ .

(2) Existe también un fluoruro ácido de fórmula  $\text{Fl}_2\text{CO}.5\text{FlH}, 6\text{H}_2\text{O}$ .



NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Fluoruro de cobre (ico) . . . . .	$\text{Fl}_2\text{Cu}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	137,616
» de hierro (ico) . . . . .	$\text{Fl}_3\text{Fe}, 4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	193,972
» de manganeso (sexqui) . . . . .	$\text{Fl}_6\text{Mn}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	332,096
» de níquel. <i>a.</i> . . . . .	$\text{Fl}_2\text{Ni}.5\text{FlH}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	304,836
» de potasio . . . . .	$\text{FlK}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	91,182
» de vanadio (tri) . . . . .	$\text{Fl}_3\text{V}, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	162,248
Fluosilic.° de estroncio . . . . .	$\text{Fl}_4\text{Si}. \text{Fl}_2\text{Sr}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	266,032
» de litio. . . . .	$\text{Fl}_4\text{Si}. 2\text{FlLi}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	192,492
» de manganeso. . . . .	$\text{Fl}_4\text{Si}. \text{Fl}_2\text{Mn}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	305,496
» de mercurio (oso) . . . . .	$\text{Fl}_4\text{Si}. \text{Fl}_2\text{Hg}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	578,432
» de mercurio. <i>b.</i> . . . . .	$\text{Fl}_4\text{Si}. \text{Fl}_2\text{Hg}. \text{HgO}, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	612,448
» de níquel . . . . .	$\text{Fl}_4\text{Si}. \text{Fl}_2\text{Ni}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	309,196
» de plata . . . . .	$\text{Fl}_4\text{Si}. 2\text{FlAg}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	394,292
» de talio. . . . .	$\text{Fl}_4\text{Si}. 2\text{FlTi}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	586,632
Formiato de cadmio . . . . .	$(\text{H}. \text{CO}_2)_2\text{Cd}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	220,432
» de estroncio . . . . .	$\text{H}. \text{CO}_2)_2\text{Sr}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	213,648
» de hierro (ico) . . . . .	$(\text{H}. \text{CO}_2)_3\text{Fe}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	208,940
» de magnesio . . . . .	$(\text{H}. \text{CO}_2)_2\text{Mg}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	150,408
» de manganeso. . . . .	$(\text{H}. \text{CO}_2)_2\text{Mn}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	181,048
» de níquel. . . . .	$(\text{H}. \text{CO}_2)_2\text{Ni}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	184,748
Fosfato de calcio (mono) . . . . .	$(\text{PO}_4)_2\text{H}_4\text{Ca}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	252,148
» de » (di) . . . . .	$\text{PO}_4\text{HCa}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	172,140
» de » y am.° . . . . .	$\text{PO}_4\text{Ca}(\text{NH}_4), 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	279,254
» de codeína . . . . .	$\text{PO}_4\text{H}_3. \text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3, 2\text{H}_2\text{O}$ (1)	433,234
» de litio. . . . .	$\text{PO}_4\text{Li}_3, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	134,106
» de magnesio. <i>a.</i> . . . . .	$\text{PO}_4\text{HMg}, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	246,480
» de » y am.° . . . . .	$\text{PO}_4\text{Mg}(\text{NH}_4), 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	245,498
» de sodio (mono) . . . . .	$\text{PO}_4\text{H}_2\text{Na}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	138,082
» de » (di) . . . . .	$\text{PO}_4\text{HNa}_2, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	358,300
» de » (tri) . . . . .	$\text{PO}_4\text{Na}_3, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	380,342
» de » y am.° . . . . .	$\text{PO}_4\text{HNa}(\text{NH}_4), 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	209,164
» de uranilo . . . . .	$(\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{UO}_2, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	534,580
Fosfito de sodio . . . . .	$\text{PO}_3\text{HNa}_2, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	216,188
Fosfomolibdato de am.° . . . . .	$\text{PO}_4(\text{NH}_4)_3. 12\text{MoO}_3, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	1931,174
Glucosa (d) . . . . .	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{H}_2\text{O}$ (2) . . . . .	198,112

(1) También con  $1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ .

(2) Cristalizada del alcohol, es anhidra.



NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Helicina (l) . . . . .	$C_{13}H_{16}O_7, \frac{3}{2}H_2O$ . . . . .	297,640
Hematoxilina . . . . .	$C_{16}H_{14}O_6, 3H_2O$ . . . . .	356,160
Hidrato de bario . . . . .	$BaO_2H_2, 8H_2O$ . . . . .	315,544
» de cloro . . . . .	$Br, 5H_2O$ . . . . .	170,040
» de bromo . . . . .	$Cl, 5H_2O$ . . . . .	125,530
» de estroncio . . . . .	$SrO_2H_2, 8H_2O$ . . . . .	265,744
» de tetrametilam <sup>o</sup>	$(CH_3)_4N.OH, 5H_2O$ . . . . .	181,194
Hidróxipiridina (γ) (4) . . . . .	$OH.C_5H_4N, H_2O$ . . . . .	113,066
Hipofosfito de bario . . . . .	$(PO_2H_2)_2Ba, H_2O$ . . . . .	285,448
» de manganeso . . . . .	$(PO_2H_2)_2Mn, H_2O$ . . . . .	203,048
» de sodio . . . . .	$PO_2H_2Na, H_2O$ . . . . .	106,082
Inosita (i) . . . . .	$C_6H_{12}O_6, 2H_2O$ . . . . .	216,128
Iodato de bario . . . . .	$(IO_3)_2Ba, H_2O$ . . . . .	505,356
» de magnesio . . . . .	$(IO_3)_2Mg, 4H_2O$ . . . . .	446,364
» de cobre y am <sup>o</sup> (oso) . . . . .	$ICu.I(NH_4), H_2O$ . . . . .	353,598
» de estroncio . . . . .	$I_2Sr, 6H_2O$ . . . . .	449,636
» de hierro (oso) . . . . .	$I_2Fe, 4H_2O$ . . . . .	381,904
» de litio . . . . .	$ILi, 3H_2O$ . . . . .	188,048
Isodulcita . . . . .	$CH_3(CH.OH)_4COH, H_2O$ . . . . .	182,112
Lactato de hierro (oso) . . . . .	$(C_3H_5O_3)_2Fe, 3H_2O$ . . . . .	288,028
» de manganeso . . . . .	$(C_3H_5O_3)_2Mn, 3H_2O$ . . . . .	287,128
Lactilurea . . . . .	$C_4H_5N_2O_2, H_2O$ . . . . .	131,076
Lactosa . . . . .	$C_{12}H_{22}O_{11}, H_2O$ . . . . .	360,192
Maltosa . . . . .	$C_{12}H_{22}O_{11}, H_2O$ . . . . .	360,192
Manganato de sodio . . . . .	$MnO_4Na_2, 10H_2O$ . . . . .	345,260
Molibdato (epta) de am <sup>o</sup>	$Mo_7O_{24}(NH_4)_6.4H_2O$ . . . . .	1236,316
» de sodio . . . . .	$MoO_4Na_2, 2H_2O$ . . . . .	242,132
» (tri) de sodio . . . . .	$Mo_3O_{10}Na_2, 7H_2O$ . . . . .	620,212
» (deka) de sodio . . . . .	$Mo_{10}O_{31}Na_2, 12H_2O$ . . . . .	1718,292
Morfina . . . . .	$C_{17}H_{19}NO_3, H_2O$ . . . . .	303,178
Nitrato de aluminio . . . . .	$(NO_3)_3Al, 9H_2O$ . . . . .	375,274
» de bismuto . . . . .	$(NO_3)_3Bi, 5H_2O$ . . . . .	484,110
» de » (sub) . . . . .	$NO_3.BiO, H_2O$ . . . . .	304,026
» de brucina . . . . .	$NO_3H.C_{23}H_{26}N_2O_4, 2H_2O$ . . . . .	493,278
» de cadmio . . . . .	$(NO_3)_2Cd, 4H_2O$ . . . . .	308,484
» de calcio . . . . .	$(NO_3)_2Ca, 4H_2O$ . . . . .	236,184
» de cerio (oso) . . . . .	$(NO_3)_3Ce, 6H_2O$ . . . . .	434,376

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Nitrato de cinconina . . .	$\text{NO}_3\text{H.C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}$ , $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . .	366,222
» de cobalto (oso) . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{Co}$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	291,116
» de cobre (ico) . . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{Cu}$ , $3\text{H}_2\text{O}$ (1) . . . . .	241,668
» de cromo (ico) . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{Cr}$ , $9\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	400,274
» de erbio . . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{Er}$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	460,126
» de estroncio . . . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{Sr}$ , $4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	283,684
» de gadolinio . . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{Gd}$ , $6\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	459,134
» de glucinio . . . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{Gl}$ , $3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	187,168
» de hierro (ico) . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{Fe}$ , $9\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	404,074
» » (oso) . . . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{Fe}$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	288,016
» de indio . . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{In}$ , $4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	382,102
» de lantano . . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{La}$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	433,026
» de litio . . . . .	$\text{NO}_3\text{Li}$ , $3\text{H}_2\text{O}$ (2) . . . . .	123,088
» de magnesio . . . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{Mg}$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	256,476
» de mercurio (oso)	$\text{NO}_3\text{Hg}$ , $2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	298,042
» » (ico)	$(\text{NO}_3)_2\text{Hg}$ , $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ (3) . . . . .	333,028
» de níquel . . . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{Ni}$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	290,816
» de oro (ico) . . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{Au}$ . $\text{NO}_3\text{H}$ , $3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	500,296
» de samario . . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{Sm}$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	444,426
» de telurio . . . . .	$\text{N}_2\text{O}_5$ . $4\text{TeO}_2$ , $1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	773,444
» de titano . . . . .	$\text{N}_2\text{O}_5$ . $5\text{TiO}_2$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	616,616
» de torio . . . . .	$(\text{NO}_3)_4\text{Th}$ , $12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	696,732
» de uranio . . . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{UO}_2$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	502,616
» de ytrio . . . . .	$(\text{NO}_3)_3\text{Yt}$ , $4\text{H}_2\text{O}$ (4) . . . . .	347,094
» de zinc . . . . .	$(\text{NO}_3)_2\text{Zn}$ , $6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	297,516
Nitrito de bario . . . . .	$(\text{NO}_2)_2\text{Ba}$ , $\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	247,436
» de calcio . . . . .	$(\text{NO}_2)_2\text{Ca}$ , $\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	150,136
» de cob. <sup>o</sup> y pot. <sup>o</sup> (ico)	$2(\text{NO}_2)_3\text{Co}$ . $6\text{NO}_2\text{K}$ , $3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	959,068
» de estroncio . . . . .	$(\text{NO}_2)_2\text{Sr}$ , $\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	197,636
Nitroprusiato de potasio .	$(\text{CN})_5(\text{NO})\text{FeK}_2$ , $2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	330,292
» » de sodio . . . . .	$(\text{CN})_5(\text{NO})\text{FeNa}_2$ , $2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	298,092
Orcina (1.3.5) . . . . .	$\text{CH}_3$ . $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2$ , $\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	142,080
Osmato de potasio . . . . .	$\text{OsO}_4\text{K}_2$ , $2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	369,332
Osmocianuro de potasio .	$(\text{CN})_2\text{Os}$ . $4\text{CNK}$ , $3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	557,708
Oxalato de amonio . <i>a</i> . .	$\text{C}_2\text{O}_4\text{H}(\text{NH}_4)$ , $\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	125,066
» » . <i>n</i> . . . . .	$\text{C}_2\text{O}_4(\text{NH}_4)_2$ , $\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	142,100

(1) También con  $6\text{H}_2\text{O}$ .

(3) Existen nitratos de otra fórmula.

(2) También con menos  $\text{H}_2\text{O}$ .

(4) También con  $6\text{H}_2\text{O}$ .

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Oxalato de calcio . . . . .	$C_2O_4Ca, H_2O$ . . . . .	146,116
» de gadolinio . . . . .	$(C_2O_4)_3Gd_2, 10H_2O$ . . . . .	756,160
» de hierro (oso) . . . . .	$C_2O_4Fe, 2H_2O$ . . . . .	179,932
» » y amonio (ico) . . . . .	$(C_2O_4)_3Fe(NH_4)_3, 4H_2O$ . . . . .	446,090
» » y potasio (ico) . . . . .	$(C_2O_4)_2FeK, 2\frac{1}{2}H_2O$ (1) . . . . .	316,090
» » y potasio (oso) . . . . .	$(C_2O_4)_2FeK_2, 2H_2O$ . . . . .	346,232
» » y sodio (ico) . . . . .	$(C_2O_4)_3FeNa_3, 5\frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	488,138
» de potasio <i>a</i> . . . . .	$C_2O_4HK, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	137,166
» » <i>n</i> . . . . .	$C_2O_4K_2, H_2O$ . . . . .	184,316
» » (tetra) . . . . .	$(C_2O_4)_2H_3K, 2H_2O$ . . . . .	254,206
» de praseodimio . . . . .	$(C_2O_4)_3Pr, 10H_2O$ . . . . .	725,160
» de sodio <i>a</i> . . . . .	$C_2O_4HNa, H_2O$ . . . . .	131,074
» de titanio . . . . .	$(C_2O_4)_3Ti_2, 10H_2O$ . . . . .	540,360
» de yterbio . . . . .	$(C_2O_4)_3Yb_2, 10H_2O$ . . . . .	790,160
Pentathionato de potasio . . . . .	$2S_5O_6K_2, 3H_2O$ . . . . .	723,248
Perborato de sodio . . . . .	$BO_3Na, 4H_2O$ (2) . . . . .	154,114
Perclorato de bario . . . . .	$(ClO_4)_2Ba, 4H_2O$ . . . . .	408,364
» de litio . . . . .	$ClO_4Li, 3H_2O$ . . . . .	140,528
Permang. <sup>o</sup> de calcio . . . . .	$(MnO_4)_2Ca, 5H_2O$ . . . . .	368,180
» de estroncio . . . . .	$(MnO_4)_2Sr, 3H_2O$ . . . . .	379,648
» de magnesio . . . . .	$(MnO_4)_2Mg, 6H_2O$ . . . . .	370,456
» de sodio . . . . .	$MnO_4Na, 3H_2O$ . . . . .	196,098
» de zinc . . . . .	$(MnO_4)_2Zn, 6H_2O$ . . . . .	411,496
Peróxido de calcio . . . . .	$CaO_2, 8H_2O$ . . . . .	216,228
» de estroncio . . . . .	$SrO_2, 8H_2O$ . . . . .	263,728
Perrutenato de sodio . . . . .	$RuO_4Na, H_2O$ . . . . .	206,766
Persulfato de bario . . . . .	$(SO_4)_2Ba, 4H_2O$ . . . . .	401,584
Peruranato de potasio . . . . .	$UO_5K_2, 3H_2O$ . . . . .	450,848
» de sodio . . . . .	$UO_5Na_2, 5H_2O$ . . . . .	454,680
Pirofosfato de calcio . . . . .	$P_2O_7Ca_2, 4H_2O$ . . . . .	326,264
» de plomo . . . . .	$P_2O_7Pb_2, H_2O$ . . . . .	605,816
» de sodio . . . . .	$P_2O_7Na_4, 10H_2O$ . . . . .	446,360

(1) También se admite el cuerpo  $(C_2O_4)_3FeK_3, 3H_2O$ .

(2) También con 1 de  $H_2O$ .

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Platinato de potasio . . . . .	$\text{PtO}_3\text{K}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	375,580
Platinocianuro de bario..	$(\text{CN})_4\text{PtBa}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	508,304
» de potasio	$(\text{CN})_4\text{PtK}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	431,188
» de torio . . . . .	$[(\text{CN})_4\text{Pt}]\text{Th}_2, 16\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	1118,436
Plumbato de potasio . . . . .	$\text{PbO}_3\text{K}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	387,248
Populina . . . . .	$\text{C}_{22}\text{H}_{22}\text{O}_8, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	426,208
Quinina . . . . .	$\text{C}_{22}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	378,260
Rafinosa . . . . .	$\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_{16}, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	594,336
Rutenosa de potasio . . . . .	$\text{RuO}_4\text{K}_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	262,016
Salicilato de calcio . . . . .	$(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3)_2\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	350,212
» de quinina . . . . .	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3, \text{C}_{22}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2, 1/2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	471,268
Seleniato de cadmio . . . . .	$\text{SeO}_4\text{Cd}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	291,452
» de magnesio . . . . .	$\text{SeO}_4\text{Mg}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	275,656
Solanina . . . . .	$\text{C}_{28}\text{H}_{47}\text{NO}_{10}, 2\text{H}_2\text{O}$ (1) . . . . .	593,418
Sorbita (d) . . . . .	$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6, \text{H}_2\text{O}$ (2) . . . . .	200,128
Succinimida . . . . .	$(\text{CH}_2\text{CO})_2\text{NH}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	117,066
Sulfato de alum. <sup>o</sup> . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Al}, 18\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	666,668
» de » y am. <sup>o</sup> . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Al}(\text{NH}_4), 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	453,454
» de » y cesio . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{AlCs}, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	568,312
» de » y pot. <sup>o</sup> . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{AlK}, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	474,562
» de » y rub. <sup>o</sup> . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{AlRb}, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	520,512
» de » y sodio . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{AlNa}, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	458,462
» de » y talio . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{AlTl}, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	639,512
» de brucina . . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2(\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_4)_2, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	1012,644
» de cadmio . . . . .	$3\text{SO}_4\text{Cd}, 8\text{H}_2\text{O}$ (3) . . . . .	769,508
» de calcio . . . . .	$\text{SO}_4\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	172,192
» de » y pot. <sup>o</sup> . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{CaK}_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	328,536
» de cerio (ico) . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Ce}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	404,434
» » (oso) . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Ce}_2, 8\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	712,808
» de cinconidina. <i>a</i>	$\text{SO}_4\text{H}_2\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	482,352
» » <i>n</i>	$\text{SO}_4\text{H}_2(\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O})_2, 3\text{H}_2\text{O}$ (4) . . . . .	740,516
» de cinconina. <i>a</i> . . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	464,336
» » <i>n</i> . . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2(\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O})_2, 2\text{H}_2\text{O}$ (5) . . . . .	722,500
» de cobalto y pot. <sup>o</sup> . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{CoK}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	437,516

(1) Según H. Imbert (Precis de Ch. organique),  $\text{C}_{52}\text{H}_{93}\text{NO}_{18}, 4 1/2\text{H}_2\text{O}$ .

(2) También con  $1 1/2\text{H}_2\text{O}$ .

(3) También con  $4\text{H}_2\text{O}$  es frecuente. Holleman indica el compuesto  $\text{SO}_4\text{Cd}, 7\text{H}_2\text{O}$ .

(4) También con  $2\text{H}_2\text{O}$ .

(5) También con 1 de  $\text{H}_2\text{O}$ .

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Sulfato de cobre (ico) . . .	$\text{SO}_4\text{Cu}, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	249,740
» » . <i>am.</i> . . .	$\text{SO}_4\text{Cu}(\text{NH}_3)_4, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	245,812
» de codeína . . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2(\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3)_2, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	786,512
» de cromo (ico) . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Cr}_2, 15\text{H}_2\text{O}$ (1) . . . . .	662,620
» » y <i>am.</i> . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Cr}(\text{NH}_4), 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	478,454
» » y <i>pot.</i> . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{CrK}, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	499,562
» de esparteína. <i>a.</i>	$\text{SO}_4\text{H}_2.\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{N}_2, 5\text{H}_2\text{O}$ (2) . . . . .	422,384
» de estaño (ico) . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Sn}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	347,152
» de estricnina . . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2(\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2)_2, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	856,548
» de gadolinio . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Gd}_2, 8\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	744,308
» » y <i>pot.</i> . . . .	$(\text{SO}_4)_4\text{Gd}_2\text{K}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	810,572
» de glucinio . . . . .	$\text{SO}_4\text{Gl}, 4\text{H}_2\text{O}$ (3) . . . . .	177,224
» de hierro (ico) . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Fe}_2, 9\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	562,124
» » (oso) . . . . .	$\text{SO}_4\text{Fe}, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	278,072
» » y amo- nio (ico) . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Fe}(\text{NH}_4), 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	482,254
» » y amo- nio (oso) . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Fe}(\text{NH}_4)_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	392,200
» » y pota- sio (ico) . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{FeK}, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	503,362
» de lantano . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{La}_2, 9\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	728,124
» de litio . . . . .	$\text{SO}_4\text{Li}_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	128,136
» de magnesio . . . . .	$\text{SO}_4\text{Mg}, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	246,532
» » y <i>am.</i> . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Mg}(\text{NH}_4)_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	360,660
» » y <i>pot.</i> . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{MgK}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	402,876
» de manganeso . . . . .	$\text{SO}_4\text{Mn}, 4\text{H}_2\text{O}$ (4) . . . . .	223,124
» » y <i>am.</i> . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Mn}(\text{NH}_4)_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	391,300
» de mercurio. <i>am.</i>	$\text{SO}_4\text{Hg}(\text{NH}_3)_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	348,144
» de morfina . . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2(\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3)_2, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	758,480
» de níquel . . . . .	$\text{SO}_4\text{Ni}, 7\text{H}_2\text{O}$ (5) . . . . .	280,872
» » y <i>am.</i> . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Ni}(\text{NH}_4)_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	395,000
» » y <i>pot.</i> . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{NiK}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	437,216
» de paladio . . . . .	$\text{SO}_4\text{Pd}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	238,592

- (1) También con 5 y con  $18\text{H}_2\text{O}$ .
- (2) Puede variar el número de moléculas de agua.
- (3) Es frecuente también con  $7\text{H}_2\text{O}$ .
- (4) También con 5 ó  $7\text{H}_2\text{O}$  y otras proporciones.
- (5) También con  $6\text{H}_2\text{O}$ .

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Sulfato de platino. . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Pt}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	458,984
» de plomo. <i>a.</i> . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{H}_2\text{Pb}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	419,052
» de praseodimio. . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Pr}_2, 8\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	713,308
» » y am <sup>o</sup> . . . . .	$(\text{SO}_4)_4\text{Pr}_2(\text{NH}_4)_2, 8\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	845,452
» » y pot <sup>o</sup> . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Pr}_2 \cdot 3\text{SO}_4\text{K}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	1145,408
» de quinidina. . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2(\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2)_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	782,532
» de quinina. <i>n.</i> . . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2 \cdot \text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	548,400
» » <i>b.</i> . . . . .	$\text{SO}_4\text{H}_2(\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2)_2, 7\text{H}_2\text{O}(1)$ . . . . .	872,612
» de rodio. . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Rh}_2, 12\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	710,372
» de sodio. . . . .	$\text{SO}_4\text{Na}_2, 10\text{H}_2\text{O}(2)$ . . . . .	322,320
» de talio (ieo) . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Tl}_2, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	822,492
» de torio . . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Th}, 9\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	586,764
» de uranio . . . . .	$\text{SO}_4\text{UO}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	420,608
» de urano (oso). . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{U}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	502,684
» de yterbio . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Yb}_2, 8\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	778,308
» de ytrio . . . . .	$(\text{SO}_4)_3\text{Yt}_2, 8\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	610,308
» de zinc. . . . .	$\text{SO}_4\text{Zn}, 7\text{H}_2\text{O}(3)$ . . . . .	287,572
» de zirconio. . . . .	$(\text{SO}_4)_2\text{Zr}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	354,784
Sulfhidrato de bario. . . . .	$(\text{SH})_2\text{Ba}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	275,600
» de calcio . . . . .	$(\text{SH})_2\text{Ca}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	214,332
» de sodio . . . . .	$\text{SHNa}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	92,150
Sulfito de amonio. . . . .	$\text{SO}_3(\text{NH}_4)_2, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	134,130
» de calcio . . . . .	$\text{SO}_3\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	156,192
» de litio . . . . .	$\text{SO}_3\text{Li}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	202,216
» de potasio . . . . .	$\text{SO}_3\text{K}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	191,392
» de sodio . . . . .	$\text{SO}_3\text{Na}_2, 7\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	252,272
Sulfocianuro de bario . . . . .	$(\text{CNS})_2\text{Ba}, 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	289,572
» de calcio . . . . .	$(\text{CNS})_2\text{Ca}, 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	210,288
Sulfuro (tetra) de bario. . . . .	$\text{S}_4\text{Ba}, \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	283,656
» (tetra) de estron. <sup>o</sup> . . . . .	$\text{S}_4\text{Sr}, 6\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	323,936
» de oro y sodio. . . . .	$\text{SAuNa}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	324,374
» (mono) de potasio . . . . .	$\text{SK}_2, 5\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	200,440
Tartrato de antim. <sup>o</sup> y pot. <sup>o</sup> . . . . .	$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6(\text{SbO})\text{K}, \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	332,390
» de calcio. . . . .	$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{Ca}, 4\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	260,196

(1) Algunas veces con  $8\text{H}_2\text{O}$ .

(2) También con  $7\text{H}_2\text{O}$ .

(3) Cristaliza en varias formas con menor número de moléculas de agua; 6, 5, 4 y  $2\text{H}_2\text{O}$ .

NOMBRE	FÓRMULA	Peso molecular
Tartrato de estroncio. . . . .	$C_4H_4O_6Sr, 4H_2O$ . . . . .	307,696
» de magnesio. . . . .	$C_4H_4O_6Mg, 4H_2O$ . . . . .	244,456
» de potasio. <i>n.</i> . . . .	$C_4H_4O_6K_2, \frac{1}{2}H_2O$ . . . . .	235,340
» de sodio. <i>n.</i> . . . .	$C_4H_4O_6Na_2, 2H_2O$ . . . . .	230,164
» » y pot. <sup>o</sup> . . . . .	$C_4H_4O_6KNa, 4H_2O$ . . . . .	282,296
Telurato de potasio . . . . .	$TeO_4K_2, 5H_2O$ . . . . .	359,980
Teofilina . . . . .	$C_7H_8N_4O_2, H_2O$ . . . . .	198,120
Thioantimoniato de pot. <sup>o</sup> . . . . .	$2SbS_4K_3, 9H_2O$ . . . . .	893,924
» de sodio . . . . .	$SbS_4Na_3, 9H_2O$ . . . . .	479,734
Thioarseniato de sodio . . . . .	$2AsS_4Na_3, 15H_2O$ . . . . .	815,020
Thiosulfato de calcio . . . . .	$S_2O_3Ca, 6H_2O$ . . . . .	260,316
» de estroncio. . . . .	$S_2O_3Sr, 5H_2O$ . . . . .	289,800
» de hierro(oso) . . . . .	$S_2O_3Fe, 5H_2O$ . . . . .	258,100
» de magnesio. . . . .	$S_2O_3Mg, 6H_2O$ . . . . .	244,576
» de potasio. . . . .	$3S_2O_3K_2, H_2O$ . . . . .	589,276
» de sodio . . . . .	$S_2O_3Na_2, 5H_2O$ . . . . .	248,300
Tungstato de amonio. <i>m.</i> . . . .	$W_4O_{13}(NH_4)_2, 8H_2O$ . . . . .	1124,202
» » <i>p.</i> . . . . .	$W_7O_{24}(NH_4)_6, 6H_2O$ . . . . .	1888,348
» de bario. <i>m.</i> . . . . .	$W_4O_{13}Ba, 9H_2O$ . . . . .	1243,544
» de potasio <i>o.</i> . . . . .	$WO_4K_2, 2H_2O$ . . . . .	362,332
» de potasio. <i>m.</i> . . . . .	$W_4O_{13}K_2, 8H_2O$ . . . . .	1166,428
» » <i>p.</i> . . . . .	$W_7O_{24}K_6, 6H_2O$ . . . . .	2014,996
» de sodio. <i>o.</i> . . . . .	$WO_4Na_2, 2H_2O$ . . . . .	330,132
» » <i>p.</i> . . . . .	$W_7O_{24}Na_6, 16H_2O$ . . . . .	2098,556
Vanadato de sodio . . . . .	$VO_4Na_3, 16H_2O$ . . . . .	472,606





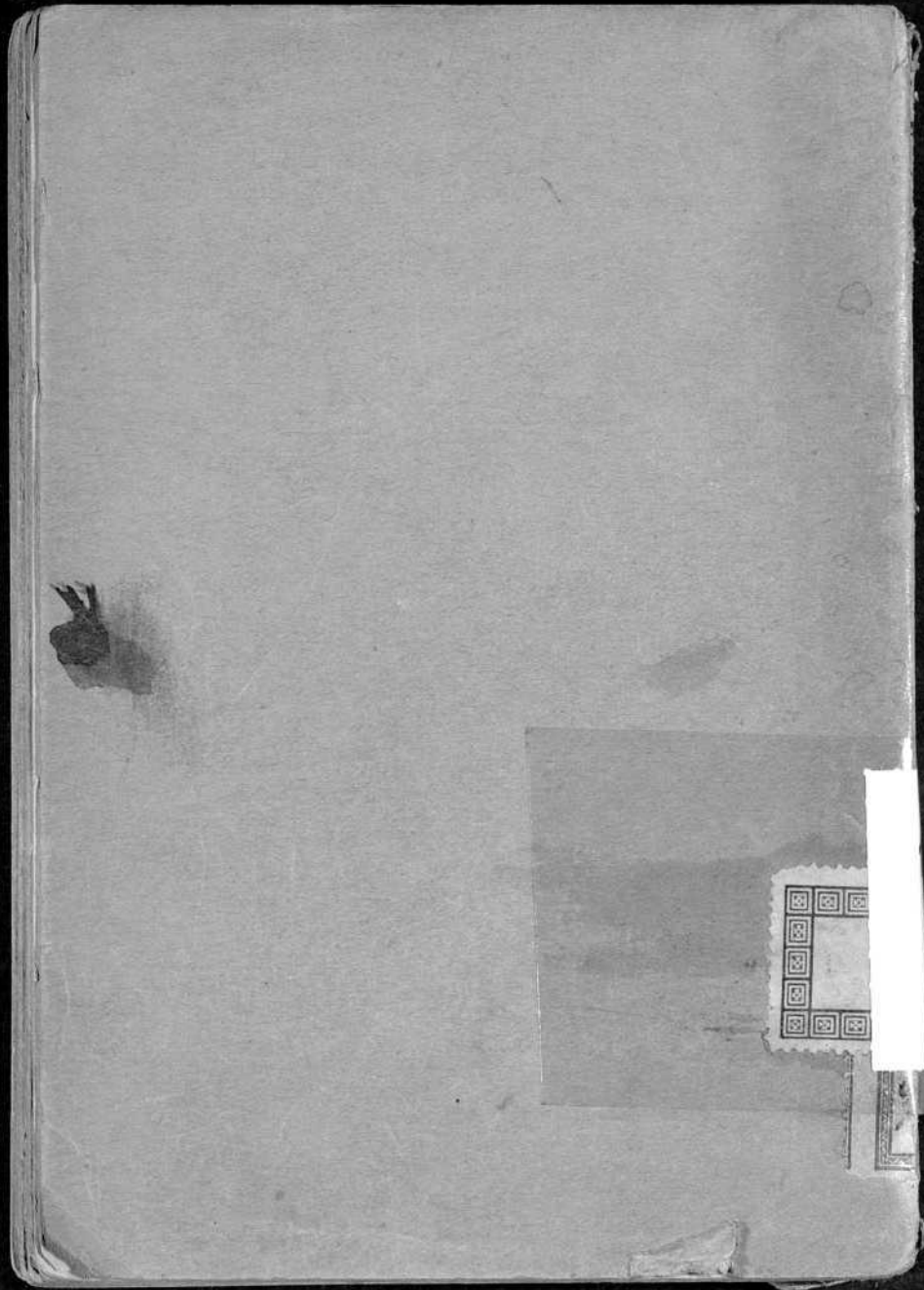
## ERRATAS ADVERTIDAS

---

Página	Línea	Dice	Debe decir
7	18	<i>leyes,</i>	<i>leyes;</i>
11	15	Joanis	Joannis
»	21	<i>Allgemeinen</i>	<i>Allgemeinen</i>
»	22	<i>chemie</i>	<i>chimie</i>
»	23	<i>donnés</i>	<i>données</i>
»	27	<i>Dictionaire</i>	<i>Dictionnaire</i>
22	20	<i>que á 5.º</i>	<i>en el que á 5.º</i>
24	18	<i>hidrárgiro</i>	<i>hidrargiro</i>
26	27	tenxión	tensión
31	1	En efecto designando	En efecto: designando
36	1	1.º <i>Cuánto</i>	1.º <i>¿Cuánto</i>
37	5	Consideramos	Consideremos
56	17	difinido	definido
77	7	corriente eléctrica	corriente eléctrica
80	13	<b>de 56º B<sup>e</sup></b>	<b>de 65º B<sup>e</sup></b>
83	12	y la disolución	y á la disolución
113	7	$\frac{197,4}{1374,} x$	$\frac{197,4}{137,4} x$
120	11	de D = 1,001	de D = 1,091
123	24	acetato urano	acetato de urano
152	32	(deka)	(deca)







R. LUNA

MANUAL DE QUÍMICA PRÁCTICA

1506