

# LA ESCUELA COSTARRICENSE



EN ESTE NUMERO:

**QUIMICA PARA TERCER AÑO**

Ensayo de desarrollo de acuerdo con los temas pedidos en los Programas Oficiales

POR

**RICARDO SOLIS MOLINA**

Profesor de Estado

8758 - IMPRENTA NACIONAL - 1935

# LA ESCUELA COSTARRICENSE

REVISTA PEDAGOGICA MENSUAL

Organo de la Secretaría de Educación Pública

Director: MOISES VINCENZI

---

---

AÑO III

San José, C. R., 15 de febrero de 1935

Nº 26

---

---

## Indice

- 1º—Introducción.
- 2º—Advertencias.
- 3º—Familia de los metales alcalinos. Sodio.
- 4º—Familia de la plata y el cobre.
- 5º—El mercurio.
- 6º—Algunas leyes fundamentales.
- 7º—El oro.
- 8º—Familia de los metales alcalino-térreos: calcio, radium.
- 9º—Familia de los metales no alcalinos: magnesio.
- 10.—Hipótesis de Avogadro y Ampere.
- 11.—El aluminio.
- 12.—Familia del estaño y el plomo.
- 13.—El bismuto.
- 14.—Familia del manganeso.
- 15.—Familia del hierro y el níquel.
- 16.—El platino.
- 17.—Modelos de temas para exámenes.
- 18.—Cálculos químicos.
- 19.—Cuadro de las generalidades de los metales.
- 20.—Valor de combinación de los elementos y grupos químicos.
- 21.—Lista de los elementos, símbolos y pesos atómicos aproximados.

## Bibliografía

*Chemistry*, Oxford Series.—*Química inorgánica*, Lic. F. Sancho J.—*Chemistry*, Mc. Pherson & Henderson.—*Applied Chemistry*, Oxford Series.—*Análisis químicos*, Claassen.—*Preparaciones químicas*, Köller.—*Elementos de Química*, F. T. D.—*History of Chemistry*, Hilditch.—*Química para Segundo Año*, Lic. Claudio Cortés.—*Química*, Michaud.

## Introducción

La dificultad mayor que encuentran los estudiantes de química está en el aprendizaje de las fórmulas y ecuaciones. Cuando el profesor al explicar un capítulo hace uso del pizarrón y escribe en él gran número de letras, números y signos aritméticos, que es la escritura corriente en química, los discípulos sienten desde ese momento una seria repulsión por la ciencia. Sin embargo, la química no puede prescindir de este formulismo especial, único medio de explicar los hechos reales que se suceden dentro de la actividad molecular de los cuerpos. Urge entonces encontrar el medio que facilite la enseñanza de esta parte esencialísima de la química. A eso tienden estas palabras explicativas como introducción a este ensayo que tan generosamente ha acogido el distinguido educador don Moisés Vincenzi para ser publicado en "La Escuela Costarricense", que con tanto acierto y devoción él dirige, con el beneplácito de todos.

Las primeras lecciones del curso el profesor debe dedicarlas a explicar al alumnado la estructura de las fórmulas sin que para ello haya necesidad de entrar en el conocimiento de las leyes que regulan las combinaciones y el equilibrio atómico y molecular.

Este aspecto se irá estudiando conforme avance el curso. Por el momento basta con que el alumno sepa distinguir en una fórmula compuesta sus características: elemento y grupo o radical, y el valor de combinación de ambos. No es necesario que se aprenda la cuantivalencia completa, basta conocer hasta la trivalencia en tercer año. Si así se hace se simplifica mucho el problema. En el cuadro correspondiente se encuentra el valor de combinación de los elementos y semi-cuerpos o grupos, de modo que basta practicar sus combinaciones en forma tal que haya siempre una igualdad numérica, para que resulte una fórmula química.

Así, el valor del sodio es uno y el del grupo sulfato es dos; por consiguiente la fórmula equilibrada será dos de sodio y una de sulfato:  $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ . Las partes necesarias se indican siempre como exponentes o sub-índices que se escriben a la derecha y hacia abajo. Esta disposición recordará al estudiante que el exponente químico no es una elevación a potencia sino una simple suma. El cloruro de mercurio lleva dos fórmulas; si se toma el mercurioso será  $\text{HgCl}$ ; si se toma el mercúrico será  $\text{HgCl}_2$ . Al escribir las fórmulas los elementos figuran en primer lugar, los grupos después:  $\text{CaCO}_3$ . Puede presentarse el caso de una fórmula con dos grupos, por ejemplo el sulfato ácido de potasio, entonces el radical ácido (H) viene a ocupar el lugar del otro átomo de potasio, que al combinarse con el sulfato debiera hacerlo con dos átomos; la fórmula queda así:  $\text{KHSO}_4$ . Las ecuaciones químicas pueden escribirse siguiendo las mismas observaciones indicadas para las fórmulas. Practíquese bastante este aspecto. Hoy día se prefiere no poner el signo igual sino el signo de flecha ( $\text{---} \}$ ) para indicar la reacción, salvo el caso de que ésta fuera reversible. Evito en lo posible las nomenclaturas engorrosas y esto mismo recomiendo hacer a los que se dedican a su enseñanza. Es-

preferible seguir la más simple, indicada por el nombre mismo del grupo y su valor; así, el grupo sulfato al unirse con el hidrógeno, la fórmula debe leerse como sulfato de hidrógeno y no como ácido sulfúrico. De este modo no complicamos los nombres y alejamos la posibilidad de confusiones lamentables.

Aprender el símbolo de cada elemento que se estudie y su valor de combinación, y el del grupo y su valor, debe ser esencial si se desea obviar totalmente las dificultades que presenta el lenguaje químico.

Por esta razón los alumnos deben estudiar el cuadro en que aparecen, con el mismo interés con que se aprenden las letras del idioma y las notas de la música. La discreción del profesor será factor de mucho valor para el conseguir del buen éxito de estos preliminares de la química y sabrá inteligentemente guiar a sus alumnos hasta conseguir de ellos una soltura completa en la escritura y comprensión de las fórmulas y ecuaciones. Si lo ha conseguido, no habrá más dificultades.

## Advertencia

Este trabajo es un simple ensayo, lejos de mí la idea de que deba tomarse como algo definitivo.

El contenido de los capítulos es una simple guía para el profesor y el estudiante; no son lecciones completas a fin de que no se tome el texto íntegro como motivo de única enseñanza y aprendizaje.

Con esta disposición los alumnos quedan en libertad de completar las lecciones con sus observaciones personales y su atención en clase.

No aparecen ni fórmulas ni ecuaciones en el texto, salvo raras excepciones; formularlas y completarlas es labor

que debe verificarse por los alumnos, con el auxilio del profesor.

Para ello sirven los cuadros que aparecen al final: consúltense siempre. Allí está la clave que facilita el aprendizaje del formulismo químico. Fácil es manejar esos cuadros, unas cuantas prácticas serán suficientes para saberlos.

En algunos capítulos aparecen interrogaciones que el alumno debe contestar: de este modo completa su estudio.

Recomiendo la colección de ejercicios en tiempos calculados, como motivo de exámenes: son *tests* educacionales de gran interés y recomendados y seleccionados por la Universidad del Estado de Nueva York.

A profesores y alumnos: sirvo a Uds. materia prima, la tarea es ahora confeccionar el producto.

*Ricardo Solís Molina*

## Familia de los metales alcalinos

Está formada por los elementos sodio, potasio, litio, rubidio y cesio. Llamada de los alcalinos por figurar en ella los hidróxidos de sodio y de potasio que son bases principales. Los elementos de esta familia están incluidos en el primer grupo de la tabla periódica de Mendeleeff.

*El sodio.*—No se encuentra libre; su afinidad por el aire y el agua. *Obtención:* vía química: una parte de carbonato de sodio, más dos de carbón; vía física; electrolisis del cloruro o del hidróxido en ausencia del agua. *Propiedades:* comprobar prácticamente éstas: oxidable, suave, superficie de plata, liviano, su acción en el agua (perla de sodio, formación de hidróxido e hidrógeno) Usos: en el laboratorio, metalurgia del oro. *Compuestos.*—*Hidróxido.*—Sinonimia: soda cáustica, hidrato de soda. Forma industrial: cilindros, pastillas. Comprobar estas propiedades: soluble en agua, delicuescente, cáustico, carácter básico. *Obtención:* procedimiento antiguo: carbonato de sodio más hidróxido de calcio: una precipitación, luego una evaporación. *Procedimiento moderno:* electrolisis del cloruro en aparatos en forma de U; al pasar la corriente el cloruro de sodio se descompone: el sodio se disuelve en el agua (hidróxido) y el cloro, que se dirige al ánodo; el hidrógeno expulsado al formarse el hidróxido, va al cátodo. Complétese la ecuación: dos partes de cloruro de sodio más dos partes de agua.—*Usos:* jabones, limpieza en general, refinado del petróleo, desengrasado del algodón, seda artificial, industrias tintóreas. *Carbonatos neutro y ácido de sodio.*—Obtención, sistema Solvay: carbonato de calcio más calor; el bióxido de carbono resultante más cloruro de sodio y amoníaco en tan-

que con agua pura; fórmese la ecuación. El carbonato resultante es el ácido (bicarbonato del comercio). Compruébese su casi insolubilidad en solución de cloruro de amonio. Calentado el carbonato ácido se obtiene el neutro; hágase la ecuación. El neutro cristalizado es la soda de lavar; grandes cristales con 10 moléculas de agua; el neutro es la ceniza sodada. Usos: lavado de ropas, jabón, vidrios, desengrasado de lana, el neutro; en medicina y repostería, el ácido.

*Peróxido de sodio.*  $\text{Na}_2 \text{O}_2$ .—Oxilita, oxono.—Producto industrial para la obtención de grandes volúmenes de gas oxígeno. Obtención: dos partes de sodio y una molécula de oxígeno. Al disolverse da oxígeno e hidróxido de sodio; se practica en vaso con agua.

*Sulfato de sodio.*—Sal de Glauber.—Derivado de la industria del cloruro de hidrógeno y otras. El cristalizado lleva 10 moléculas de agua. Práctica de laboratorio: dos partes de cloruro de sodio más una de sulfato de hidrógeno. Usado en medicina (purgante).

*Tiosulfato de sodio.*—Hiposulfito, hypo. Compruében-se algunas de sus propiedades mediante experiencias: acción con la tintura de yodo, con el agua; como fijador en fotografía, separación del azufre. El cristalizado lleva cinco moléculas de agua.

*Nitrato de sodio.*—Obtenido del "caliche" y del aire; estudiar sus propiedades mediante experiencias. Compararlo con el de potasio.

*Cloruro de sodio.*—Sal común, sal gema. Condimento indispensable. Estúdiense algunas de sus propiedades mediante experiencias.

*Otros compuestos de sodio.*—Bromuro, yoduro, nítrito, tetraborato. Estudio objetivo y experimental; vapores de bromo, vapores de yodo, obtención del ácido bórico a partir del tetraborato sódico.



## Familia de la plata y el cobre

Figuran estos elementos en el primer grupo de la tabla periódica. Se estudian ambos metales por su importancia.

*La plata.*—Se le encuentra en estado libre o aleado con plomo, cobre y oro. Metalurgia, como producto secundario del refinado del cobre o del plomo. Refinado de la plata, por partición; aleaciones de oro o plata en presencia del sulfato de hidrógeno caliente: disolución de la plata; el oro queda en libertad; la plata es separada por la acción del cobre metálico que forma con el sulfato anterior, sulfato de cobre, Sistema electrolítico: minerales de oro y plata figuran como ánodos suspendidos sobre una solución de nitrato de plata. La plata pura se acumula en el cátodo. El oro no se disuelve en la solución, pero se recoge en sacos de seda situados alrededor de los ánodos. Metalurgia del mineral de plata (argentita que es un sulfuro, plata córnea que es un cloruro) por amalgamación. Proceso americano: tostación del mineral. Extracción: proceso de lixiviación; método de copelación: horno, óxido de plomo, fenómeno de fulguración *Propiedades:* acción del aire, solubilidad, ensayo con los ácidos corrientes, acción de las sustancias sulfuradas.

*Compuestos.*—*Nitrato de plata.*—En barras, piedra infernal. *Propiedades:* solubilidad, acción de las aguas corrientes y de la destilada. *Obtención:* disolviendo plata en nitrato de hidrógeno. *Usos:* piedra infernal, tintes para cabello, tintas indelebles, fotografía. Proceso fotográfico: negativo: revelador y fijador; hidroquinona, sulfito de sodio, agua; carbonato de sodio anhidro, agua; hiposulfito de sodio, agua; alumbre, sulfito de sodio, ácido acético al 28 %; positivo: revelador; metol, sulfito de sodio, bromuro de potasio.

*El cobre.*—Estado nativo; minerales: calcopirita, calcocita, bornita, cuprita, melaconita, malaquita. Metalurgia: reducción de los óxidos por el carbón. Proceso complicado: sulfuros dobles de hierro y cobre (calcopiritas). Refinado: procedimiento electrolítico; láminas de cobre impuro como ánodo, suspendidas sobre un tanque; lámina de cobre puro en el fondo del tanque; éste contiene solución de sulfato de cobre y sulfato de hidrógeno que actúa como electrolito. Al actuar la corriente, el cobre puro se deposita en el cátodo. Con frecuencia se recoge oro y plata del fondo del tanque. *Propiedades:* metal rojizo, duro, pesado, maleable, dúctil; buen conductor del calor y la electricidad; reacciona con el nitrato de hidrógeno formando óxido y bióxido de nitrógeno; con sulfato de hidrógeno concentrado y en caliente produce anhídrido sulfuroso. *Usos:* indíquese una lista de ellos. *Aleaciones:* bronce de aluminio, bronce amarillo, bronce corriente, plata alemana, metal de armas, monedas. *Compuestos.* *Sulfato de cobre:* obtención por acción alterna de corrientes de aire y sulfato de hidrógeno sobre cobre metálico. Grandes cristales azules (vitriolo azul). Preparación moderna: oxidación de las piritas de cobre. *Usos:* medicina, caldo bordeles, fungicida, desinfectante, baterías eléctricas. Resúmanse otros compuestos del cobre y experimentense.

## El mercurio

Figura en el segundo grupo de la escala periódica. Por sus propiedades parecidas a la plata y el cobre se le estudia a continuación. Da sales mercuriosas y mercúricas. *Metalurgia:* tostación del cinabrio (sulfuro de mercurio). Sublimación y condensación en forma de gotas. El azufre del sulfuro pasa al estado de bióxido de azufre. *Propiedades:* Estúdiense las propiedades mediante experiencias verifica-

das en clase. *Usos*: aparatos de física, industria de los espejos, medicina, amalgamación.

*Compuestos: Cloruro Mercurioso. Calomel.*—Polvo blanco, insoluble. Obtención mediante dos partes de nitrato de mercurio y dos de cloruro de sodio. Calomel del comercio: cloruro mercúrico y mercurio vivo en caliente. Usado como purgante, antiparasitida, antihelmíntico.

*Cloruro mercúrico.*—Sublimado corrosivo. Polvo blanco, parecido al calomel. Pastillas de sublimado coloreadas, del comercio. Propiedades desinfectantes y antigermicidas, estúdiense su insolubilidad relativa. Obtención: dos partes de cloruro de sodio y una de sulfato de mercurio. Óxido mercúrico: su importancia histórica. Preparación: calentando cuidadosamente nitrato mercúrico resulta óxido mercúrico, bióxido de nitrógeno y oxígeno. Sulfuro de mercurio. Cinnabrio. Bermellón. Pinturas finas. Mercurismo. Regiones ricas en mercurio: Almadén, Idria.

### Algunas leyes fundamentales

*Indestructibilidad de la materia.*—El peso de los componentes resultantes es invariablemente igual a la suma de los pesos de los cuerpos que entran en una reacción.

*Ley de Boyle o de Mariotte.*—Si la temperatura permanece constante, el volumen de un gas varía inversamente con la presión que soporta.

*Ley de las proporciones definidas.*—Toda sustancia tiene una composición definida, por peso.

*Ley de las proporciones constantes.* (Proust).—Cuando dos o más cuerpos se combinan para formar otro bien determinado, lo hacen siempre en proporciones fijas e invariables.

*Hipótesis de Avogadro y Ampere.* (Postulado).—Los cuerpos al estado de gas y de pureza absoluta, cuando están

sometidos a las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen, en igualdad de volumen, el mismo número de moléculas.

## El oro

Está incluido en el primer grupo de la tabla periódica. Estado nativo. Rocas cuarzosas y arenas auríferas. Minas de Costa Rica. Asociado del platino, plata, cobre. Metalurgia: variable; lavaderos; proceso de amalgamación. Proceso del cloro; del cianuro para mineral pobre; preparación del mineral, tratamiento del cianuro de potasio, precipitación del oro; tratamiento del oro precipitado; refinación.

*Propiedades.*—Metal pesado, amarillo brillante; el más maleable y dúctil de los metales; buen conductor del calor y la electricidad; suave y por esto se le alea con el cobre y otros metales. El grado de fineza se expresa en *carats*; el oro puro tiene 24 carats; no es atacable por los ácidos corrientes; el agua regia fácilmente lo disuelve formando ácido cloroaurico ( $\text{HAuCl}_4$ ); el agua regia es una mezcla de ácido nítrico y ácido clorhídrico. *Usos*: indíquese una lista.

## Familia de los metales alcalino-térreos

Los metales de esta familia figuran todos en el segundo grupo de la tabla periódica; ellos son: calcio, estroncio, bario y radium.

*El Calcio*—No se encuentra libre; su mucha afinidad por el aire y el agua; sus compuestos son numerosos e importantes.

*Minerales*: calcita, fosforita, fluorita, yeso, calizas. Preparación: electrolisis de su cloruro en crisoles de hierro a altas temperaturas.

*Propiedades:* metal blanco amarillento, arde con luz brillante, descompone el agua. *Compuestos. Oxido:* cal viva; obtención a partir de las calizas; hornos de las caleras. *Reacciones:* carbonato de calcio más calor; óxido de calcio más agua; bióxido de carbono más hidróxido de calcio. Lechada de cal; agua de cal; argamasa; absorción y fijación del gas carbónico. Una buena argamasa no debe llevar más del 18 % de cal ¿por qué? Importancia de la arena en la argamasa. ¿Qué papel desempeña? El agua al actuar sobre la cal produce gran número de calorías. La caloría es la unidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de un cuerpo, en un grado. *Carbonatos de calcio:* los principales: calcita, mármol, estalactitas, creta, caliza, coral, perlas, conchas.

*Propiedades:* Cristalizado o amorfo; su carácter químico es el de producir gas carbónico en presencia de los ácidos; insoluble en el agua químicamente pura; soluble en las que arrastran gas carbónico. Reacción con los ácidos: carbonato de calcio más cloruro de hidrógeno.

Estalactitas y estalagmitas: su formación. Obtención industrial del carbonato de calcio, con carbonato de sodio y cloruro de calcio; es la creta precipitada; pastas y polvos dentífricos. Carbonato ácido de calcio: carbonato de calcio más carbonato de hidrógeno. Aguas duras y aguas suaves. Sus usos. Corrección de las aguas de dureza temporal: ebullición o agregando hidróxido de calcio: carbonato ácido de calcio (no olvidar que el carbonato ácido es monovalente) más hidróxido de calcio. Insolubilidad del carbonato de calcio resultante. Corrección de las aguas de dureza permanente: soda de lavar (carbonato de sodio) más cloruro de calcio (en el caso de que sea el cloruro lo que motiva la dureza). *Cloruro de calcio:* Producto secundario en la preparación del carbonato de sodio. Otra

preparación: carbonato de calcio más cloruro de hidrógeno (dos partes) Usos: elaboración del hielo, en el laboratorio, secativo. Polvo blanco. *Cloruro de cal*:—Es el hipoclorito de calcio.  $\text{CaOCl}_2$ . Pasando cloro por hidróxido de calcio. Polvos de blanqueo. Produce cloro libre. Desinfección general y blanqueo de tejidos. *Sulfato de calcio*: yeso. Estúdiense sus propiedades mediante experiencias en clase. Usos. Estuco: mezcla de yeso y alumbre o cola. Modelado. Estatuaría. El yeso hidratado lleva dos moléculas de agua. Aguas selenitosas. *Carburo de calcio*.  $\text{C}_2\text{Ca}$ . Producto industrial. Tres partes de carbono más una de óxido de calcio en horno eléctrico. Produce el gas acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) en presencia del agua. Ecuación. *Cálculo*: ¿Cuántos litros de acetileno produce un kilogramo de carburo de calcio?: *Resolución*: peso molecular del carburo es 64; peso molecular del acetileno, 26; proporción: si 64 producen 26, entonces 1000 gramos (1 kilogramo) producirán X; de donde X igual 406 gramos de acetileno. Luego 26 entre 22,4 (hipótesis de Avogadro) igual 1,15 (peso de un litro de gas acetileno); entonces: 406 dividido entre 1,15 igual 350 litros de acetileno, sin fracciones, y en las condiciones normales de presión y temperatura, 760 mm.; 0°C.

## El radium

(De un artículo de Mc Pherson. Arreglo y traducción para este texto).

Se ha incluido el radium entre los metales alcalino-térreos y figura en el grupo segundo de la tabla periódica. Fué descubierto por los esposos Curie en 1899 y aislado por Madame Curie en 1910. *Propiedades*: metal sólido, blanco brillante, muy alterable al aire, descompone el agua con violencia a la temperatura ordinaria; sus sales son luminosas

y emiten radiaciones capaces de impresionar las placas fotográficas y de ozonificar el oxígeno; producen muy variadas acciones químicas: desintegran el vidrio y el agua, producen quemaduras graves, tienen efectos sobre la fisiología y de aquí que se les emplee en medicina. La energía producida por un gramo de radium es comparable a la que produce un gramo de carbón tomado éste doscientas cincuenta mil veces. La actividad rúdica se calcula en 2500 años, lo que indica una antigüedad notable para su formación. *Minerales*: pitchblenda o uraninita (en Austria) y la carnotita (en E.E. U. U.). *Desintegración del átomo de radium*: La propiedad más notable que presenta el radium y sus sales es la de poder desintegrar su propia masa en condiciones notables por la forma y sus efectos y que han dado origen al estudio de la radioactividad. El átomo de radium desintegra su masa produciendo dos nuevos elementos, helio y niton; éste a su vez se desintegra en helio y radium y así sucesivamente hasta llegar a producir el elemento plomo. En este fenómeno de la desintegración hay dos clases de emanaciones: alfa rayos, que son átomos de helio cargados de electricidad positiva y que se mueven a una velocidad de un décimo de la que presenta la luz (300,000 kilómetros por segundo); rayos beta que consisten en partículas de un milsetecientosavo del tamaño del átomo de hidrógeno y que están cargados de electricidad negativa y se mueven a una velocidad inicial igual a la de la luz. Posteriormente se han llegado a descubrir los rayos gama, estudiados por Madame Curie también y cuyas propiedades aún no están bien determinadas pues estos rayos son continuamente interceptados en sus vibraciones por las de los rayos beta. Esta desintegración del átomo de radium y su sales puede ser considerada como verificada por vía natural o espontánea.

Ultimamente la señora Jolliot, hija de Madame Curie

(Irene Curie de Joliot) y su marido, han logrado provocar la desintegración del átomo de radium por vía artificial. Al efecto hacen actuar el bombardeo entre átomos de litio y los alfa-radium, logrando obtener electriones positivos. El importantísimo descubrimiento llevado al terreno de la práctica por estos esposos, consiste pues en la desintegración de la materia y que ésta continúe por unos minutos más aún después de haberse suspendido el bombardeo de sus respectivas partículas. Es indudable que este asombroso descubrimiento lleva al hombre a una avanzada prodigiosa en los estudios sobre la radioactividad.

### Familia de los metales no alcalinos

Pertenecen a esta familia los elementos magnesio, zinc y cadmio que figuran entre los cuerpos del segundo grupo de la tabla periódica.

*El magnesio.*—Propiedades: comprobar las siguientes: liviano, superficie brillante de plata si no está oxidado, dúctil, maleable; despidе luz brillantísima en contacto con una llama, produce en este caso óxido; se combina con el nitrógeno dando nitruro de magnesio ( $Mg_3 N_2$ ). Ecuación: tres de magnesio y dos de nitrógeno; reacciona con los ácidos: magnesio más dos partes de cloruro de hidrógeno. Usos: aleaciones, fuegos de artificio, fotografía. *Metalurgia*: electrolisis del cloruro. La industria moderna prefiere la carnalita ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) como electrolito. Fuentes de Stassfurt (Alemania).

*Compuestos*: Óxido de magnesio. Aspecto de cal, menos fusible que ésta; refractaria al calor: ladrillos y crisoles. Con agua: hidróxido; ecuación.

*Carbonato de magnesio.*—Forma natural: magnesita. Preparación en el laboratorio. Usos medicinales. *Sulfato de*



*magnesio*: sal de Inglaterra, sal de Epson, sal\* amarga. Usos medicinales. Fuentes naturales. Cristalizada, amarga. *Silicatos de magnesio*: serpentina, asbestos, talco. El asbestos o amianto: suave, fibroso, aislador del calor, incombustible. *Minerales de magnesio*: carnalita (cloruro de potasio y magnesio), dolomita (carbonato de calcio y magnesio), eponita (sulfato), magnesita (carbonato). El metal magnesio no se encuentra en estado puro en la naturaleza.

*El zinc*.—Minerales: zincita, blenda, smythsonita. Metalurgia: caso de óxidos, caso de sulfuros. Reducción. Oxidación. *Propiedades*: metal blanco, frágil, maleable, dúctil. Óxido. Reacciona con los ácidos. Usos: obtención del hidrógeno; hierro galvanizado, aleaciones.

*Compuestos*:—Óxido: quemando zinc al aire. Pintura. Cloruro: preservación de las maderas. Reactivo en química analítica.

## Hipótesis de Avogadro y Ampere

La hipótesis de Avogadro y Ampere dice que los cuerpos al estado gaseoso y en estado de gran pureza cuando están sometidos a las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen a igualdad de volumen la misma cantidad de moléculas. Así, un litro de gas oxígeno contiene el mismo número de moléculas que un litro de gas amoníaco si ambos se presentan en las mismas condiciones de presión y temperatura.

*La molécula-gramo* es la unidad de medida que indica el peso molecular de un cuerpo; por ejemplo la molécula-gramo del gas cloro es 71 porque siendo su átomo igual a 35,5, su molécula será 71. Se ha encontrado que el volumen ocupado por la molécula-gramo de un gas es igual a 22.4 litros. Para encontrar el peso de un litro de un gas cualquiera

(en las condiciones normales de presión y temperatura) se divide el peso molecular del gas entre 22.5. La operación inversa dará el volumen.

## El aluminio

(Arreglo y traducción. Tomado de McPheterson y Henderson).

Ocupa lugar en el tercer grupo de la escala periódica de los elementos. *Distribución*: nunca libre, su mucha afinidad por el oxígeno; combinado: óxido, silicatos, muy abundantes (ocho por ciento de la corteza terrestre). *Minerales*: criolita ( $\text{Na}_3 \text{AlF}_6$ ) de Groenlandia; bauxita que es un hidróxido. *Preparación*. Wöhler en 1827, calentando cloruro anhídrido de aluminio con potasio; ecuación (tres potasios). Resultaba antieconómico. Metalurgia. La más moderna. Ch. Martin Hall. Caja de hierro conectada con generador eléctrico, como cátodo. Cilindros de carbón suspendidos dentro de la caja, debidamente conectados, como ánodos. La caja se llena casi completamente con mineral bauxita. La corriente genera suficiente calor para fundir el mineral. Se agrega óxido de aluminio como electrolito. El metal fundido flota y se le hace salir. Hágase el esquema.

*Propiedades*: Metal blanco de estaño, liviano, buen conductor del calor y la electricidad. El agua hirviendo y el aire húmedo no actúan sobre él sino en muy pequeña escala, como para deslustrarlo un poco. Calentado en atmósfera de oxígeno arde con luz vivísima, dando mucho calor. Es buen agente reductor. El cloruro de hidrógeno produce en su contacto cloruro de aluminio. Los ácidos nítrico y sulfúrico casi no tienen acción sobre el aluminio; el sulfúrico concentrado sí lo ataca. Los álcalis lo atacan poniendo en libertad hidrógeno; 2 partes de aluminio, más 6 de hidróxido de potasio. El agua de mar corroe prontamente el metal. Usos:

derívense de sus propiedades. Pinturas, vajillas, aleaciones. *Compuestos*: Óxido. Muchas y variadas formas. Cristalizado: corundum; emery: negro o gris. Cristales transparentes coloreados por impurezas: zafiros, rubíes, topacios, amatista oriental. Esmeriles. Obtención industrial del óxido para obtener el metal puro. Alundum: aluminio especial para crisoles y polvo para limpiar metales.

*Gemas artificiales*.—Obtención: óxido fundido de aluminio. Los zafiros son óxido muy puro. Óxidos metálicos agregados a la fundición dan las gemas coloreadas. Su imitación es perfecta de las piedras naturales.

*Hidróxido de aluminio*: Amoníaco y una sal soluble de aluminio: forma precipitado coloidal, insoluble en agua, difícil de filtrar; soluble en los ácidos, dando sales solubles; con las bases fuertes produce aluminatos. Hidróxido de aluminio, más 3 partes de cloruro de hidrógeno. Hidróxido de aluminio, más 3 partes de hidróxido de sodio. *Usos*: Purificación del agua. *Alumbre*. Sulfato de aluminio más sulfatos alcalinos: una parte de sulfato de potasio más una de sulfato de aluminio, más 24 de agua, da 2 partes de alumbre de potasio. Los cristales de alumbre pueden formarse suspendiendo un pequeño cristal sobre una solución saturada de alumbre. Hidrolización de las sales de aluminio.

*Silicatos de aluminio*.—Aplicaciones industriales y comerciales. Feldespato; caolín; arcillas; serpentina, talco, asbestos; mica; cuarzos; granito. Industrias de la loza, porcelana, loza esmaltada. Cementos: endurece en el agua. Cemento Portland. Unión del magnesio y el aluminio: silicatos.

## Familia del estaño y del plomo

Ambos metales figuran en el grupo tercero de la escala periódica de los elementos. Su importancia industrial y comercial es mucha.

*El estaño.*—Reducción del óxido por el carbón. Horno de *manga*. Hágase el esquema. Inyección de corrientes de aire. Oxido estánnico, casiterita. *Propiedades*: compruében-se. Blanco, suave, lustroso, acción de los ácidos. Acido metastánnico: acción con el ácido nítrico. Grito del estaño. No es venenoso. *Usos*: envoltura de confituras, carnes, cigarrillos. Aleaciones. Soldadura. Vajilla de plomo y estaño. Bronce, estaño y cobre.

*Compuestos*:—Estañosos y estánnicos. Cloruro estañoso, cloruro de hidrógeno, más estaño; buen reductor; sus usos en análisis (oro) y en tintorería. Practíquese una experiencia de reconocimiento del oro en un mineral usando el cloruro estañoso: se tritura el mineral, se trata de disolver por el ácido nítrico concentrado; luego se filtra y sobre el producto filtrado se agregan unas gotas de solución de cloruro de estaño: si hay un precipitado, el mineral contiene oro. Al disolver en el ácido hay que calentar fuertemente el tubo de ensayo.

*El plomo.*—*Metallurgia*: mineral galena (sulfuro de plomo) se tuesta en los hornos hasta dos terceras partes de la altura de la columna mineral, o sea hasta una oxidación en esta proporción; dos partes de sulfuro de plomo más tres moléculas de oxígeno dan dos partes de óxido de plomo y dos de bióxido de azufre. Luego se calienta el todo a una temperatura aún mayor y entonces el sulfuro que no actuó antes, lo hace ahora como reductor sobre el óxido de plomo formado: sulfuro de plomo, más 2 de óxido de plomo.

*Propiedades.*—Compruébense experimentalmente algunas de ellas. Su acción débil sobre los ácidos clorhídrico y sulfúrico. Su acción con el ácido nítrico y los ácidos de las frutas. ¿Por que razón suelen usarse cañerías de plomo para conducir aguas potables y no sirven para conducción de aguas destiladas? *Usos:* Forro de cables submarinos, conducción de aguas, alambres, aleaciones, municiones, pinturas. *Compuestos:* Monóxido de plomo o litargirio, polvo que puede ser desde un color amarillo claro, al rojo; usado para pinturas, barnices y en la industria vidriera. Plomo rojo o minio ( $Pb_3 O_4$ ); se obtiene calentando a altas temperaturas el litargirio en presencia de corrientes de aire; polvo pesado, hermoso color rojo y usado como pigmento en pinturas corrientes, para el hierro. Carbonato de plomo: más usado el carbonato básico:  $Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3$ ; polvo blanco, pesado, blanco de plomo. Constituye masas blancas como cuerpo de las pinturas. *Pinturas:* éstas llevan un vehículo como aceite que seque rápidamente (de linaza), el cuerpo, que es el material sólido, y el pigmento que da color a la pintura. Otros compuestos de plomo: nitrato de plomo, cloruro de plomo, sulfato de plomo, acetato de plomo, cromato de plomo.

## El bismuto

Pertenece al grupo quinto de la tabla periódica de los elementos.

Este metal es de la familia del fósforo que es un metaloide y que además de aquél figuran los metaloides arsénico y antimonio.

*Distribución:* No libre por lo general; combinado; óxidos y sulfuros. Sajonia, Australia, Colorado. Preparación: Se reduce a calentar los minerales, en un caso; en otro, se hace necesario reducirlos primeramente por el carbón,

convirtiendo en óxidos los minerales que no tengan este carácter. *Propiedades*: pesado, cristalino, plateado, tinte rosado. Acción de los ácidos: el clorhídrico no lo ataca; ensáyese el sulfúrico y el nítrico. *Compuestos*: cloruro; ácido clorhídrico sobre el óxido de bismuto. Se pone una parte de óxido y 6 de cloruro de hidrógeno. *Nitrato*: el óxido de bismuto sobre seis partes de nitrato de hidrógeno. Hidrolización de las sales de bismuto: escribáse en forma racional la hidrólisis, tomando por ejemplo el cloruro de bismuto con tres y dos moléculas de agua, respectivamente. *Otras sales de bismuto*: subnitrato ( $\text{BiONO}_3$ ) usado en medicina, lo mismo que el subgalato (dermatol).

### Familia del manganeso

Comprende esta familia los metales manganeso y cromo, siendo aquél del grupo sétimo de la escala periódica y el cromo del sexto.

*El manganeso*.—No se encuentra libre. Minerales: pirolusita o manganesa que es bióxido de manganeso. Minerales de hierro con frecuencia llevan este metal. *Propiedades*: muy semejantes al hierro.

*Ferro-manganesa*.—La pirolusita o jabón de vidrieros es negra, dura, frágil, oxidante, usada en la obtención de los gases oxígeno y cloro.

*Compuestos*: Entre los manganatos está el de potasio. Cristales violeta, solubles, coloración vistosa, agente oxidante, usado en medicina.

El permanganato de potasio da reacciones interesantes con el ácido sulfúrico: ambos se transforman en sulfatos de potasio y manganeso.

## Familia del hierro

Comprende esta familia el hierro, el cobalto y el níquel. El hierro figura en el octavo grupo de la escala periódica de los elementos, lo mismo que los otros dos.

*El hierro.*—*Distribución:* libre, meteoritos; combinado. Color rojo de algunos suelos y ladrillos; hemoglobina, vegetales, importancia.—*Minerales:* hematita, magnetita, limonita, siderita. Sales ferrosas y férricas.

*Metalurgia:* Altos hornos. Esquema de uno. Reducción de los óxidos por el carbón. Materiales y sus usos: carbón de coque, como combustible y reductor; minerales, hematitas casi siempre; *fusibles*, carbonato de calcio o cuarzo rocoso para formar las escorias o gangas y mantener uniforme la temperatura; corrientes de aire caliente para mantener viva la combustión y combinarse con el carbón a fin de formar óxido de carbono que tiene el efecto de agente reductor.

*Funcionamiento de un alto horno.*—Iniciada la combustión, se hacen entrar las corrientes de aire caliente: la reducción es completa. Acción de los *fusibles:* carbonato de calcio más calor igual óxido de calcio, más gas carbónico; óxido de hierro, más tres de carbón igual 2 de hierro, más tres de óxido de carbono; óxido de hierro, más tres de carbono, igual dos de hierro, más tres de gas carbónico. El óxido de calcio se combina también con las impurezas ácidas del mineral (arena y el cuarzo) constituyendo escorias: óxido de calcio, más bióxido de silicio, igual silicato de calcio.

Si el mineral tuviera impurezas alcalinas se usaría el bióxido silícico para recogerlas. *Varietades de hierro:* hierro fundido o colado; muy impuro, 2 a 5 % de carbón;

lleva azufre, fósforo y silicio; duro, frágil, funde a 1150° C., se dilata al solidificarse, no admite la soldadura si es muy impuro; no admite la forja ni el temple. *Hierro dulce o de fragua*: se le obtiene del anterior en hornos de reverbero; es casi puro, 0,3 % de carbón, tenaz, flexible, estructura fibrosa, funde a 1500° C., admite la forja.

*Acero*.—Con raras excepciones está hecho de hierro fundido. Remoción de las impurezas de éste. Se deja un porcentaje de carbón. La calidad varía con el procedimiento seguido en su obtención. *Aceros especiales*: acero al manganeso, cromado, al níquel, al tungsteno, al vanadio, silicado; indíquense usos de cada uno de estos aceros.

*Compuestos del hierro*: Oxidos minerales y de laboratorio. Hidróxidos: acción de una base sobre una sal ferrosa o férrica en solución. Hágase cada ecuación correspondiente. Cloruros de hierro: su obtención, ecuaciones; el percloruro de hierro; hemostático; hierro dializado: su uso. Sulfato de hierro: caparrosa verde: sus usos, mordientes; cianuros dobles de hierro: azul de Prusia, azul de Turnbull. Distinción entre las sales ferrosas y férricas. Experimentación de ensayo de las sales de hierro. Historia.

*El níquel*.—Distribución: casi siempre en unión del cobalto, con minerales de hierro, plata y cobre, y en combinación con arsénico y azufre. Metalurgia: es muy complicada; del refinado del cobre se extraen grandes cantidades de sulfato de níquel. *Propiedades*: apariencia de plata, de alto pulimento, con punto de fusión a más baja temperatura que el hierro. *Usos*: aleaciones, monedas, objetos de fantasía y arte. Niquelado.



## El platino

Pertenece al grupo octavo de la tabla periódica de los elementos. Un 90 % de la producción mundial es de Rusia; pequeñas cantidades en Colombia, Brasil y California. Se encuentra casi siempre aleado con el oro y metales raros. Para separarlo se disuelve en agua regia el mineral, convirtiéndose el platino en ácido cloroplatínico ( $H_2 PtCl_6$ ); luego se agrega cloruro de amonio que precipita el platino en cloroplatinato amónico.

Al calentar este compuesto de amonio se descompone dejando el platino al estado de un polvo masivo; esponja de platino. Se funde luego en horno eléctrico y después forjado a martillo. *Propiedades*: blanco brillante, lustroso, dúctil, maleable, muy activo, pesado, se disuelve en agua regia, lo atacan los álcalis fundidos. *Usos*: crisoles, agujas hipodérmicas, muchos otros.

## Modelos para temas de exámenes

*(Como tests educacionales seleccionados por la Universidad del Estado de Nueva York)*

1º—Indique cuatro compuestos de calcio; escriba la fórmula que corresponde a cada uno e indique los usos; escoja uno de ellos y escriba su obtención comercial o de laboratorio. (10 minutos).

2º—Dibuje a grandes rasgos el aparato para la electrolisis de la solución de cloruro de sodio; indique qué productos se dirigen al cátodo y cual al ánodo; escriba la reacción. (10 minutos).

3º—Traducir en fórmulas y completar las siguientes ecuaciones:

a) Hidróxido de calcio más nitrato de hidrógeno; b) nitrógeno, más hidrógeno; c) (.....) más calor produce oxígeno, más cloruro de potasio; d) carbonato de calcio, más ácido hidroclicórico (cloruro de hidrógeno); e) (....) más (.....) da amoniaco, agua y sulfato de calcio. (10 minutos).

4º—Encontrar la cantidad en peso de cloruro de hidrógeno necesaria para reaccionar con el mármol (carbonato de calcio) con el fin de obtener 50 litros de bióxido de carbono. Datos: pesos atómicos: C 12; Cl 35,5; O (oxígeno) 16; peso de un litro de  $\text{CO}_2$ , 1,98 gms. (10 minutos).

5º— Encontrar el peso de óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) que debe emplearse para obtener una tonelada de hierro. Datos: pesos atómicos: Fe 56; O (oxígeno) 16. (10 minutos).

6º—Escoja entre el zinc y el aluminio y describa la metalurgia del metal. ¿Por qué razón el hierro galvanizado resiste mayor tiempo a la acción del aire que el hierro puro?

¿Por qué la soda de lavar o el jabón que contiene álcalis libres, no debe ser usado en la limpieza de los utensilios de aluminio? (10 minutos).

7º—Encontrar el peso de un litro de gas cloro; Cl 35,5. (4 minutos).

8º—Indique en cuáles de los ejemplos siguientes hay reacción; complétela y en los casos que no la haya, exprese así: a) óxido de aluminio, más carbono; b) yodo, más cloruro de sodio; c) peróxido de hidrógeno, más sulfuro de hidrógeno; d) amoniaco, más sulfato de hidrógeno; e) cloruro ferroso, más nitrato de plata. (10 minutos).

9º—Al analizar unos óxidos de hierros se encontraron estos resultados: en el primero, 8 partes por peso de oxígeno combinado con 28 de hierro; en el segundo, 5.5 partes de oxígeno y 14 de hierro. Demuéstrese que estos resulta-

dos son probablemente equivocados e indíquese el por qué. (12 minutos).

10.—Calcular el peso de gas amoníaco que se puede obtener de 200 gramos de cloruro de amonio. ¿Qué volumen debe ocupar este peso en las condiciones normales de presión y de temperatura? (10 minutos).

11.—Indicar tres impurezas corrientes en el hierro colado e indíquese qué procedimiento se sigue para evitarlas. (6 minutos).

12.—Decir brevemente qué partes del curso de química ha interesado más y cuál es la que menos ha gustado. Dé las razones. (10 minutos).

13.—Indique cuatro compuestos de sodio, escribir las fórmulas e indicar los usos. Seleccionar uno e indicar su preparación comercial o de laboratorio. (12 minutos).

14.—¿Qué cantidad de zinc puede obtenerse de un mineral de este metal como el sulfuro, caso de pureza máxima? (6 minutos).

15.—¿Cuántos gramos de cloruro de sodio será necesario combinar con cinco gramos de nitrato de plata en solución? ¿Cuántos gramos de cloruro de plata precipitan en este caso? (12 minutos).

16.—Escribir las ecuaciones que corresponden a la obtención de estos cuerpos: óxido de zinc, sulfuro de plomo, nitrato de sodio, hidróxido de sodio e hidróxido férrico. (12 minutos).

17.—Indicar tres diferentes usos de cada una de las sustancias: cal, carbonato de sodio, óxido férrico, sulfato de cobre, oro. (10 minutos).

18.—Por medio de un dibujo o una descripción indicar la obtención del hidróxido de sodio por el procedimiento electrolítico y usando como materia prima el cloruro de sodio. Escribir la ecuación correspondiente. (6 minutos).

19.—Escribir las fórmulas de estos cuerpos: nitrato de sodio, nitrato de magnesio, cloruro férrico, carbonato de amonio, fosfato de calcio; sulfato de aluminio, sulfato neutro de sodio. (8 minutos).

20.—Indicar el nombre de uno de los minerales de hierro y describir la metalurgia adecuada; escribir la ecuación. (10 minutos).

21.—¿De qué cuerpo se deriva la cal? ¿Qué sucede cuando la argamasa endurece? ¿Qué es el agua de cal y la lechada de cal? (6 minutos).

22.—¿Que es el agua gaseosa? ¿Qué producto gaseoso desprende? (3 minutos).

23.—Escribir las ecuaciones correspondientes a estas reacciones:

(Indicar a la vez cuáles son correctas y cuáles no lo son): nitrato de sodio, más sulfato de potasio; carbón, más óxido ferroso; nitrato de plata, más cloruro de bario; sulfato de sodio, más cloruro de hidrógeno. (8 minutos).

24.—¿Qué tanto por ciento de potasio hay en el clorato de potasio?

Datos: O (oxígeno) 16; Cl 35,5 K 39. (5 minutos).

25.—¿Qué cantidades de carbonato de sodio y cloruro de calcio es necesario combinar para obtener un quintal de creta precipitada?

Datos: pesos atómicos: Na 23; C 12; O (oxígeno) 16; Ca 40; Cl 35,5.

Indíquese al mismo tiempo la reacción mediante una ecuación y escriba los usos de esta sustancia. (15 minutos).

26.—Hacer un dibujo esquemático del aparato de Hall. Decir cuál es su uso e indicar el procedimiento. (12 minutos).

27.—Hacer un paralelo entre las principales sales de sodio y las de potasio (no pasar de cinco sales). (6 minutos).

28.—Indicar qué son los aceros especiales y los usos de cuatro de ellos. (5 minutos).

### Cálculos químicos

Nota: En estos cálculos no se toman en cuenta, sino raramente, las fracciones. Las reacciones se toman en peso, no en volumen.

1º—*Peso molecular*: Se encuentra sumando los pesos atómicos de los elementos que entran en el compuesto, y tomados tantas veces como así lo indique el exponente de cada cual.

*Ejemplo*: ¿Cuál es el peso molecular del sulfato de magnesio?

*Desarrollo*.—a) Fórmula  $MgSO_4$ ; b) pesos atómicos:  $24 + 32 + (16)_4 = 120$ .

*Resultado*: 120.

2º—*Composición centesimal*: Es encontrar el tanto por ciento de un elemento o de un compuesto en una fórmula o en una ecuación. Para resolverla: a) se escribe la fórmula y se calcula el peso molecular; b) se divide el peso atómico del elemento (o de los elementos si son varios los pedidos) tomado tantas veces como lo exprese su exponente, entre el peso molecular; c) se multiplica el cociente obtenido por 100. Fórmula (p. at. x 100) : (p. m.).

*Ejemplo*: ¿Qué tanto por ciento de potasio, cloro y oxígeno hay en el clorato de potasio? *Desarrollo*: a)  $KClO_3$ . Pesos at. y mol.:  $39 + 35.5 + (16)_3 = 122,5$ ; b)  $39 : 122,5 = 0,32$ ;  $35,5 : 122,5 = 0,29$ ;  $48 : 122,5 = 0,39$ ; c)  $0,32 \times 100 = 32\%$ ;  $0,29 \times 100 = 29\%$ ;  $0,39 \times 100 = 39\%$ .

*Resultado*: 32 % de potasio; 29 % de cloro; 39 % de oxígeno.

3º—*Cantidades combinables*: I.—*Simple*: a) Ecuación; b) Pesos atómicos y moleculares; c) Proporción.

*Ejemplo*: ¿Qué cantidad de cloruro de calcio se obtiene de 460 gramos de carbonato de calcio?

*Desarrollo*: a)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; b)  $40 + 12 + (16)_3 = 100$ ;  $40 + (35,5)_2 = 111$ ; c)  $100 : 111 = 460 : X$ ;  $X = 510,60$ .

*Resultado*: 510,60 gramos de cloruro de calcio.

II.—*Doble*: Para su resolución: a) Ecuación; b) pesos atómicos y molecular; c) proporciones. *Ejemplo*: ¿Qué cantidades de cloruro de sodio y sulfato de mercurio hay que combinar para obtener 2300 gramos de bicloruro de mercurio? *Desarrollo*: a) Ecuación:  $2\text{NaCl} + \text{HgSO}_4 = \text{HgCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ; b)  $(23 + 35,5)_2 = 117$ ;  $200 + 32 + (16)_4 = 296$ ;  $200 + (35,5)_2 = 271$ ; c)  $117 : 271 = X : 2300$ ;  $296 : 271 = X : 2300$ . Resolviendo: 993; 2512.

*Resultado*: Hay que combinar 993 gramos de cloruro de sodio y 2512 gramos de sulfato de mercurio para obtener 2300 gramos de bicloruro de mercurio.

4º—*Cálculos en que entran gases*: Estos cálculos siempre se hacen a la presión y temperatura normales, 760 mm. y 0º C. I.—*Con reducción de volumen a peso*: a) Se reduce el volumen a peso multiplicando el volumen por el peso de un litro del gas. b) Se formula la ecuación c) Pesos atómicos y moleculares. d) Proporción. *Ejemplo*: ¿Qué cantidad de peróxido de sodio es necesaria para obtener 1000 litros de gas oxígeno?

*Desarrollo*: a) Peso de un litro de oxígeno es 1.42 gramos, 1000 litros pesan 1420 gramos. b)  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{NaOH} + \text{O}_2$ . c)  $(16)_2 = 32$ ;  $(23)_2 + (16)_2 = 78$ ; d)  $78 : 32 = X : 1420$ ; de donde  $X = 3461$ .

*Resultado*: 3461 gramos de peróxido de sodio.

II.—*Con relación de peso a volumen*: a) Ecuación; b) pesos atómicos y moleculares; c) proporción; d) reducción del peso a volumen: se divide la molécula gramo del gas entre 22.4 (hipótesis de Avogadro y Ampere).

Ejemplo: ¿Cuántos litros de gas hidrógeno se obtienen de 1000 gramos de sulfato de hidrógeno? *Desarrollo*: a)  $H_2 SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2$ ; b)  $(1)_2 + 32 + (16)_4 = 98$ ;  $(1)_2 = 2$ ; c)  $98 : 2 = 1000 : X$ ;  $X = 20$ ; d) Un litro de hidrógeno pesa 0.089 gramos, luego  $20 : 0.089 = 226$ .

*Resultado*: 226 litros de gas hidrógeno.

5º—*Aplicación de la hipótesis de Avogadro y Ampere*. La molécula-gramo es igual a 22.4 litros.

I.—*Encontrar el peso de un gas cualquiera*.—Basta dividir la molécula-gramo del gas entre 22.4. *Ejemplo*: ¿Cuánto pesa un litro de gas cloro? *Desarrollo*: peso atómico del cloro, 35,5; peso molecular del cloro, 71 ( $Cl_2$ ); luego  $71 : 22.4 = 3.16$ . *Resultado*: 3.16 pesa 1 litro de Cl.

II.—*Hallar cantidad en peso de un gas*:—a) Fórmula y molécula-gramo; b) se divide la molécula-gramo entre 22.4; c) El cociente por el volumen. *Ejemplo*: ¿A cuántos gramos equivalen 1000 litros de gas acetileno;

*Desarrollo*: a)  $C_2 H_2$ ; b)  $26 : 22.4 = 1.16$ ; c)  $1.16 \times 1000 = 1160$ .

*Resultado*: Mil litros de gas acetileno pesan 1160 gramos.

III.—*Hallar cantidades en volumen de gas*.—a) Fórmula y molécula-gramo; b) molécula-gramo dividida entre 22.4; c) El peso propuesto se divide por el peso de un litro.

*Ejemplo*: ¿A cuántos litros equivalen 100 gramos de gas helio?

*Desarrollo:* a)  $\text{He} = 4$ ; b)  $4 : 22.4 = 0.178$ ; c)  $100 : 0.178 = 561$ .

*Resultado:* Cien gramos de gas helio son igual a 561 litros.

*Nota:* La molécula-gramo del helio se calcula 4 y no 8; su peso atómico es 4.

6º—*Agua de cristalización.*—Para resolver: a) fórmula; b) peso molecular; c) peso del agua encontrado, se multiplica por 100 y el resultado se divide entre el peso molecular del compuesto.

*Ejemplo:* ¿Qué tanto por ciento de agua hay en la soda de lavar?

*Desarrollo:* a)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . b)  $(23)_2 + 12 + (16)_3 + (2 + 16)_{10}$ .  $46 + 12 + 48 + 180 = 286$ ; c)  $(180 \times 100) : 286 = 62,9\%$  de agua.

*Resultado:* 62,9 %

7º—*Cantidad de un metal en un porcentaje determinado de su mineral.*—Para su resolución: a) Se calcula el porcentaje en la cantidad de mineral propuesta. b) Pesos atómicos y moleculares. c) Proporción.

*Ejemplo:* ¿Cuánto aluminio puede obtenerse de 255 toneladas de mineral bauxita que contiene 80 % de óxido de aluminio?

*Resolución:* a) Si 100 de bauxita contienen 80 de óxido, 255 contendrán  $(80 \times 255) : 100 = 204$ ; b)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .  $(27)_2 + (16)_3$  o sea  $54 + 48 = 102$ ; c)  $102 : 54 = 204 : X$ ; de donde  $X = 108$ .

*Resultado:* Se obtienen 108 toneladas de aluminio.



## Generalidades de los metales estudiados

Elemento	Símbolo	P. At.	Valencia	Densidad	P. Fusión	Historia
Aluminio.....	Al	27	3	2,58	...	Wohler, Hall
Bismuto.....	Bi	208	3-1	9,80	271	Valentine
Calcio.....	Ca	40	2	1,6	810	Davy, Seebeck
Cobre.....	Cu	63	1-2	8,93	1083	Prehistórico
Estaño.....	Sn	119	2-4	7,3	232	Muy antiguo
Hierro.....	Fe	56	2-3	7,86	1530	Muy antiguo
Magnesio.....	Mg	24	2	1,75	651	Davy, Valentine
Manganeso.....	Mn	55	2-3	7,39	1260	Gahn, Scheele
Mercurio.....	Hg	200	1-2	13,57	...	Theophrastus
Niquel.....	Ni	59	2	8,9	1452	Cronstedt
Oro.....	Au	197	1-3	19,32	1062	Muy antiguo
Potasio.....	K	39	1	0,862	62	Duhamel, Davy
Plata.....	Ag	108	1	10	960	Muy antiguo
Platino.....	Pt	195	4	21,50	1755	Ulloa, Watson
Plomo.....	Pb	207	2-4	11,37	327	Muy antiguo
Radio.....	Ra	226	...	...	...	Curie
Sodio.....	Na	23	1	0,971	97	Muy antiguo
Zinc.....	Zn	68	2	7,10	950	Valentine

NOTA.— Los pesos atómicos son aproximados, se evitan las fracciones con el objeto de facilitar los cálculos en que haya necesidad de tomarlos en cuenta.

## Valor de combinación de los elementos y de los grupos químicos

Elementos			Grupos		
Uno	Dos	Tres	Uno	Dos	Tres
Ag	Ba	Al	Br	CO <sub>3</sub>	BO <sub>3</sub>
Au	Ca	As	C	O	PO <sub>4</sub>
Bi	Co	Au	Cl	S	—
Br	Cu	B	ClO	SO <sub>3</sub>	—
Cl	Fe	Bi	ClO <sub>3</sub>	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—
Cu	Hg	Co	ClO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	—
F	Mg	Fe	CN	SiO	—
H	Mn	Mn	F	—	—
Hg	Ni	N	H	—	—
I	O	Ni	I	—	—
K	Pb	P	MnO <sub>4</sub>	—	—
Li	Pt	Sb	NO <sub>3</sub>	—	—
Na	S	—	NO <sub>2</sub>	—	—
(NH <sub>4</sub> )	Sn	—	OH	—	—
—	Sr	—	SH	—	—
—	Zn	—	—	—	—

*Nombre de los grupos.* Valor UNO: (en el mismo orden de la tabla) bromuro, carburo, cloruro, hipoclorito, clorato, perclorato, cianuro, fluoruro, ácido, yoduro, manganato, nitrato, nitrito, hidróxido, sulfhidrato.

DOS: carbonato, óxido, sulfuro, sulfito, hiposulfito, sulfato, silicato.

TRES: borato, fosfato.

*Ejemplos:* nitrato de sodio . . . . . NaNO<sub>3</sub>  
 hidróxido de potasio . . . . . KOH  
 hidróxido de calcio . . . . . Ca (OH)<sub>2</sub>  
 sulfuro de hierro . . . . . FeS

Lista de los elementos, símbolos y pesos atómicos  
aproximados, citados en el texto

Elemento	Símbolo	Peso Atómico	Elemento	Símbolo	Peso atómico
Aluminio...	Al	27	Hidrógeno...	H	1
Antimonio...	Sb	120	Litio	Li	7
Arsénico....	As	75	Magnesio....	Mg	24
Azufre .....	S	32	Manganeso ..	Mn	55
Bario .....	Ba	137	Mercurio ....	Hg	200
Bismuto ...	Bi	208	Níquel .....	Ni	59
Boro .....	B	11	Niton .....	Nt	222
Bromo .....	Br	80	Nitrógeno ...	N	14
Cadmio....	Cd	112	Oro . ....	Au	197
Calcio .....	Ca	40	Oxígeno. ...	O	16
Carbono ..	C	12	Plata....	Ag	108
Cloro.....	Cl	35,5	Platino.....	Pt	195
Cromo ....	Cr	52	Potasio .....	K	39
Cobalto ...	Co	59	Plomo .....	Pb	207
Cobre .....	Cu	64	Radium . ...	Ra	226
Estaño . ...	Sn	118	Silicio.....	Si	28
Estroncio... Sr		88	Sodio .....	Na	23
Fluor .....	F	19	Tungsteno ..	W	184
Fósforo .... P		31	Uranio .....	U	238
Helio ...	He	4	Yodo .....	I	127
Hierro . ...	Fe	56	Zinc ... ..	Zn	65

NOTA: Los pesos atómicos son aproximados, sin fracciones, fuera del cloro.