

El uso de este aparato de iluminación se aprende principalmente por la experiencia. Lo mismo sucede respecto á las condiciones en las cuales es preferible prescindir de la parte óptica reemplazándola por el portadiafragma ordinario. Sin embargo, conviene recordar que algunas veces, como consecuencia del aflujo demasiado grande de luz sobre la preparación, se pierden ciertos detalles delicados aumentando la coloración más ó menos fuerte de las partes vecinas. Koch recomienda que en tales casos se aproveche esta particularidad y se saque partido de ella en las preparaciones de tejidos incoloros ó débilmente coloreados, de bacterias que puedan encontrarse y que hayan sido coloreadas por cualquiera de los procedimientos habituales. Si se quita todo disco del aparato ó se abre demasiado el diafragma iris, llega al sistema óptico una ola de luz que deshace todos los detalles poco marcados dejando percibir solamente los objetos ó partes coloreadas.

No hay necesidad de señalar las ventajas que proporciona el *revólver* porta-objetivo. Su empleo facilita mucho el cambio de los objetivos cuando se quiere examinar una preparación con diferentes aumentos, y por consiguiente no puede ser considerado como un accesorio superfluo.

Lente montada. — Las lentes montadas proporcionan grandes servicios y deben ser consideradas como de las más útiles. Con ellas se obtienen excelentes vistas de conjunto de los objetos un poco grandes, lo que permite distinguir fácilmente en ellos todas las partes que se han de estudiar, en cuyo caso y empleando instrumentos á propósito es fácil aislar estas últimas. El uso de ellas se comprende fácilmente y además se encuentra explicado con detalles en todas las obras técnicas. El objeto que se ha de examinar ó dissociar es colocado sobre una lámina de cristal ó en una pequeña cubeta plana, en seco ó en un líquido apropiado; se obra sobre él con los instrumentos habituales para desembarazarle de las partes que se les quiera quitar, y aislar aquellas que se hayan de estudiar.

Es preferible principiar por un aumento débil, al menos en la mayoría de los casos; entonces el trabajo es más fácil á causa de la gran distancia focal, y se concluye haciendo mayor el aumento.

Sin embargo, es posible reemplazar sin desventaja la lente montada, sirviéndose del microscopio provisto de combinaciones ópticas débiles cuando se poseen las convenientes. Los objetivos de amplificación variable citados anteriormente prestan excelentes servicios con un ocular débil, sobre todo combinados con los oculares llamados *chercheurs*, que no aumentan ó doblan solamente la amplificación real del objetivo.

También es fácil obtener una serie de amplificaciones cada vez más fuertes sirviéndose de otros oculares y éstos sin cambiar de longitud del foco inicial. Esto produce imágenes invertidas, mientras que las de la lente son directas, resultando inversos los movimientos; pero el hábito remedia bien pronto estos inconvenientes.

Por último se puede unir al ocular un prisma ó emplear un ocular especial modificado con este objeto, en cuyo caso la imagen resulta directa como con la lente.

Debe recomendarse que en lo posible estas disociaciones se hagan á la simple vista. En tal caso el observador maneja mejor sus instrumentos y los conduce de manera más segura. Los miopes se acostumbran muy pronto y entonces sólo raras veces emplean los instrumentos de amplificación.

Con el microscopio y la lente se hace el examen de los objetos con la luz blanca ó sobre fondo negro. La intensidad de la luz se regula por medio del espejo y tratándose del microscopio por medio del diafragma. Con el aparato Abbe es fácil obtener el alumbrado con luz oblicua; para ello basta con mover el botón que regula al aparato, en cuyo caso se descentra la abertura del diafragma más ó menos.

El fondo negro se obtiene fácilmente interponiendo entre la platina y la preparación un cartón negro ó un cristal recubierto de barniz negro por una cara. Con el aparato Abbe basta colocar en el portadiafragma un disco especial de centro lleno reunido al resto por 3 radios. La luz del día puede ser insuficiente, en cuyo caso se concentra sobre el objeto la luz del sol ó de un foco luminoso cualquiera por medio de una lente convergente dispuesta al efecto.

Aparato de polarización. — El empleo de la luz llamada polarizada, y que se obtiene haciendo pasar los rayos luminosos á través de ciertos medios, puede dar indicaciones preciosas y merecería ciertamente ser más estudiado, por lo cual creemos importante dar en este sentido algunos detalles. Esta luz polarizada no se puede distinguir de la luz natural á la simple vista; para conseguirlo es necesario interponer entre el ojo y los rayos polarizados una substancia birefringente. Entre las substancias birefringentes que conducen á este resultado se pueden citar el cristal de roca y muchos tejidos y productos celulares pertenecientes al reino vegetal ó animal. Se encuentra en los granos de almidón de diversas plantas un ejemplo clásico de este fenómeno.

El aparato de polarización se compone de dos partes; la una, el polarizador, se coloca bajo la platina del microscopio, en el lugar del diafragma, en el tambor del condensador de Abbe; la otra, el analizador, se sobrepone al ocular. Cada uno de estos aparatos está formado en su parte esencial de un prisma de Nicol, prisma birefringente de espato de Islandia, formado de dos partes talladas y unidas de modo que sólo dejen pasar los rayos polarizados.

Estando en su puesto el polarizador se coloca en su punto la preparación que se quiere examinar, sirviéndose del objetivo necesario y de un ocular débil. Se dispone el analizador, que se hace girar sobre el ocular hasta que el campo quede completamente oscuro; entonces la imagen se modifica á manera que gira el analizador; cuando el campo es negro, el objeto puede ser negro también, en

cuyo caso no tiene acción sobre la luz polarizada y es inactivo, monorefringente. Tales son los cristales cúbicos de cloruro de sodio, la substancia intercelular de muchos tejidos vegetales, las gotitas de grasa, etc.

El objeto puede ser muy brillante y aparecer sobre el campo negro iluminado total ó parcialmente, en cuyo caso se dice que es activo ó birefringente. Tales son los cristales de las materias grasas, un gran número de substancias orgánicas que generalmente no afectan formas cristalinas determinadas. Entre estos últimos el almidón ofrece un ejemplo clásico que puede servir de modelo.

Las observaciones hechas hasta el presente no son aún bastante numerosas para permitir sacar conclusiones generales perfectamente seguras; sin embargo, pueden proporcionar datos muy interesantes. Así es que de ordinario la substancia intercelular permanece obscura sobre campo negro, mientras que la membrana primaria queda muy iluminada. Si se examinan fibras leñosas, la parte exterior está poco iluminada y la capa interna es brillante. Este procedimiento ha dado ya algunas soluciones prácticas muy interesantes.

Polarímetro. — Suponemos conocido por el lector este aparato cuya descripción completa estaría fuera de la índole de nuestro libro. Sólo daremos alguna explicación para hacer comprender rápidamente cómo se hace una *lectura* en este instrumento, refiriéndonos al de Laurent, que es el que comúnmente se emplea en los laboratorios, y tiene aplicación muy especial en los análisis.

El foco luminoso está compuesto por dos mecheros de gas y sobre la llama de cada uno de éstos hay un alambre de platino encorvado en el cual se coloca un pequeño cristal de cloruro de sodio fundido que deberá ser renovado frecuentemente. La distancia de la llama á la extremidad del anteojo debe ser próximamente de unos 20 centímetros.

En la otra extremidad del aparato se encuentra el portaocular, que es móvil, dentro de un tubo, y se le acerca ó retira á voluntad, de modo que cada operador pueda colocar la imagen iluminada á la distancia de su visión distinta.

Un cuadrante colocado en esta extremidad del tubo lleva dos graduaciones: una interior, que corresponde á un vernier que se mueve hacia la izquierda, representa centésimas de azúcar cuando el aparato se destina á este género de investigaciones, y el vernier da décimas de división, esto es milésimas de azúcar, comprendiendo 400 divisiones á la derecha y 200 á la izquierda.

La segunda división corresponde al vernier que se mueve hacia la derecha y comprende los 360° de la circunferencia divididos en medios grados, y el vernier da los ángulos de rotación de dos minutos.

Estos vernier son soportados por una alidada móvil á lo largo del cuadrante, y el movimiento de aquélla está regulado por un

botón, que á su vez arrastra en su movimiento, al mismo tiempo que la alidada, un prisma especial llamado analizador.

La rotación de éste produce la modificación de la marcha de los rayos luminosos en el aparato.

Una canal especial recibe los tubos que contienen las soluciones que se han de polarizar y al efecto se emplean tubos de diversas longitudes de 10 á 50 c. Están cerrados en sus dos extremidades por una lámina movable de cristal que se fija por medio de una pieza metálica.

Si el observador se coloca en la parte opuesta al foco luminoso y aplica la vista al ocular verá dos semicírculos que generalmente están iluminados de manera inversa, y si se hace girar el botón de que hemos hablado se ve que poco á poco se igualan las tintas y los dos semicírculos quedan igualmente iluminados.

Verificar una *lectura* en el polarímetro quiere decir que estando el aparato convenientemente dispuesto se consiga que los dos semicírculos estén igualmente iluminados, leyendo entonces sobre el cuadrante el ángulo según el cual han girado la alidada y el analizador cuyos movimientos son comunes.

Se necesita una práctica especial para apreciar bien el punto de igual iluminación. Un medio que puede emplearse para conseguir este objeto consiste en pasar el punto conveniente, volviendo después hacia atrás, pasándolo de nuevo y así sucesivamente, disminuyendo más cada vez la amplitud de las oscilaciones para detenerse en el punto preciso en que los dos tintes son de igual intensidad.

Para regular el aparato supongamos que se ha colocado en él un tubo que contenga agua destilada. Se llevan entonces los dos semicírculos hasta que estén igualmente iluminados, en cuyo caso deben coincidir el cero del cuadrante y el del vernier. Si no coinciden hay que corregir el aparato, para lo cual se hace que coincidan los dos ceros, empleando el botón del ocular, y después empleando el otro botón que está sobre el tubo del mismo ocular, se hace que los tintes de los dos semicírculos tengan igual intensidad, en cuyo caso queda rectificado el aparato.

Para verificar la polarización supongamos que se interpone, en lugar del tubo de agua destilada, un tubo que contenga la solución de una substancia que posea el poder rotatorio. Para llegar al punto de igual iluminación será preciso hacer girar el botón del ocular, en cuyo caso se tendrá cierto ángulo á derecha ó á izquierda que es dado por la fórmula

$$\rho = \frac{p \alpha l}{V}$$

en la cual p representa el peso de la materia en solución en el volumen V del tubo que contiene el líquido; α el poder rotatorio mole-

cular de la materia; l la longitud del tubo. Por consiguiente, el ángulo de desviación es proporcional á

$$\frac{p}{V}$$

esto es al grado de concentración de la solución, al poder rotatorio α y á la longitud del tubo l .

Según esto, el ángulo de desviación será tanto mayor cuanto la solución sea más rica en azúcar, por ejemplo, y el tubo empleado más largo. Y como es necesario que el ángulo de desviación sea suficientemente grande, deben emplearse tubos tanto más largos cuanto que la solución sea menos rica en azúcar.

Ejemplo de polarización. Sacarimetría. — Como ejemplo práctico de lo que se acaba de decir supongamos que se trata de dosificar el azúcar por polarización. Después de haber purificado el líquido, de haberlo reducido á un volumen reducido, y filtrádolo cuantas veces sea necesario para que resulte perfectamente claro, se introduce en un tubo de polarímetro, teniendo cuidado de cerrarlo bien para que no quede ninguna burbuja de aire. Este tubo se lleva al polarímetro, se lee el ángulo según el cual se ha movido el analizador y de este ángulo se deduce el peso de azúcar por 100 en el volumen del líquido. Este peso p puede ser calculado por medio de la fórmula que hemos consignado, pues se tendrá:

$$p = \frac{\alpha V}{\alpha l},$$

pero la graduación en centésimas de azúcar del polarímetro Laurent y la tabla que acompaña al aparato permiten, sin necesidad de cálculos, conocer inmediatamente el tanto por ciento de azúcar contenido en una materia sólida ó en una solución. Si la materia es sólida se toma un peso de 16'49 grs. que es el peso llamado normal y esta materia así pesada se disuelve en el agua, se purifica por el subacetato de plomo, se completa hasta 100 cc., se filtra y se lee en el polarímetro con el tubo de 20 c. La cifra leída sobre la graduación sacarimétrica da inmediatamente el tanto por ciento en azúcar que contiene la materia en cuestión.

Si se trata de un líquido cualquiera, la tabla á que nos hemos referido da directamente el azúcar contenido en 100 partes en volumen del líquido.

Microspectroscopo. — Los aparatos espectroscópicos que se pueden adaptar al microscopio están llamados á prestar grandes servicios en este género de investigaciones. Desgraciadamente, su empleo es complicado y bastante delicado, de modo que exige una gran práctica en el empleo del instrumento y al mismo tiempo un conocimiento suficiente de los procedimientos y los datos del análisis espectral. Es cierto que se ganará mucho generalizando estas aplicaciones y que se obtendrán grandes ventajas del empleo jui-

cioso de estos instrumentos. Tales son las razones suficientes para motivar estas líneas consagradas á estos aparatos, omitidos ó muy superficialmente descritos en los tratados de Micrografía.

El aparato al cual se le da el nombre de microspectroscopo es un ocular con un pequeño espectroscopo de visión directa. Este ocular sólo difiere de un ocular ordinario por la presencia en el foco de la lente frontal de un diafragma especial, cuya abertura en forma de hendidura puede ser ensanchada ó estrechada á voluntad en los dos sentidos por medio de un mecanismo especial.

Esta hendidura, de dimensiones variables, sirve para limitar el espectro á las partes que se quiera de la imagen y se la dispone con este fin.

Además del espectro dado por el prisma principal, hay un segundo espectro dado por un prisma de comparación que se encuentra debajo de la hendidura del diafragma y recibe su luz por un orificio lateral mediante un pequeño espejo. Esta luz puede atravesar los tubos sujetos por resortes delante del orificio y que contienen soluciones diversas, cuyo espectro se proyectará sobre el dado por el espectroscopo á visión directa relacionado con el ocular. Por medio de un pequeño tubo lateral provisto de un espejo se proyecta sobre el espectro la imagen de una escala cuyas divisiones dan en fracciones de μ milímetro la longitud de las ondas de la parte del espectro sobre la cual son proyectadas.

Este instrumento es fácil de manejar. Supongamos que se quiere examinar por medio de él el espectro de la sangre. Se hace una preparación microscópica con una gota de sangre y se la examina con un objetivo cualquiera, y el ocular simple del microspectroscopo desembarazado de la parte superior que se le separa. Cuando la preparación está en el punto correspondiente se coloca en su lugar el espectroscopo y mirando por la abertura se ve el espectro de la hemoglobina. Por medio del prisma de comparación se obtiene un espectro superpuesto que puede ser el espectro normal ó cualquier otro, el de la hemoglobina reducida, por ejemplo, según el medio que se hace atravesar á la luz que va á este segundo prisma. Cuando el objeto cuyo espectro se quiere observar está limitado al campo del microscopio, es necesario estrechar la hendidura del diafragma del ocular, de modo que no sea mayor que la imagen de este objeto. El examen de la sangre es un excelente ejemplo que puede servir para estudiar el manejo del aparato y convencerse de su valor.

ARTÍCULO 5.º

Compresores. — Microtomos. — Reactivos. — Precauciones generales en las observaciones microscópicas. — Polarímetro. — Ejemplo de polarización. Sacarimetría.

Compresores. — Cuando se examinan al microscopio objetos de cierto grueso, conviene servirse de compresores que determinan sobre la preparación una presión igual y uniforme. Esta presión se ejerce sobre la lámina por medio de una palanca provista de un tornillo de presión, por cuyo mecanismo se consigue que la presión sea uniforme y constante, lo cual es de suma importancia cuando se trata de estas delicadas observaciones.

Microtomos. — Es imposible obtener cortes suficientemente delgados y extensos cuando sólo se emplea la mano y el cuchillo; para conseguir aquel resultado es necesario recurrir á los microtomos, que son aparatos mecánicos cuyo empleo permite hacer en algunos minutos numerosas series de cortes de un espesor exactamente determinado. Hay diferentes especies de microtomos, cuyos detalles y modo de emplearlos se encuentran en los tratados especiales.

Reactivos (ampliación). — El examen inmediato de diversas sustancias que se han de estudiar, exige el empleo de otras sustancias destinadas á modificar las primeras en un sentido determinado, para que aparezcan las formas poco visibles, para destruir la consistencia de los tejidos ó para facilitar las operaciones que hayan de realizarse.

Á lo que ya hemos dicho sobre este particular, debemos añadir que, generalmente, se dividen los reactivos en cinco grupos, según los fenómenos especiales que se observan empleándolos.

Los reactivos *neutros* son aquellos que no ejercen, por regla general, acción química determinada sobre los cuerpos con los cuales se ponen en contacto. Entre éstos ocupa el primer lugar el *agua*, que se emplea destilada ó filtrada recientemente, conservándola en pipetas herméticamente cerradas y haciendo flotar en su superficie un pedazo de alcanfor para evitar el desarrollo de los microbios.

El *agua azucarada* se emplea en diversos estados de concentración, pero presenta el inconveniente de que los cristales de azúcar que se forman fácilmente pueden ser causa de error en las observaciones.

El *agua salada* al 10 por 100 de cloruro de sodio tiene los mismos usos é inconvenientes que el *agua azucarada*.

El líquido de Ripart y Petit se emplea con ventaja en las observaciones delicadas y se compone según la siguiente fórmula:

Cloruro de cobre	0'30 gramos,
Acetato de cobre	0'30 »
Ácido acético cristalizado.	1 »
Agua alcanforada, no saturada.	75 »
Agua destilada	75 »

El reactivo más generalmente empleado para conservar las preparaciones es la *glicerina* pura ó diluída. Conviene que sea neutra al papel de tornasol y lo más densa posible, debiendo tenerse en cuenta que cuando es pura conserva mejor las preparaciones. La *glicerina* forma la base de gran número de líquidos conservadores, siendo el siguiente recomendado por Macé:

Glicerina	1 parte.
Alcohol	1 »
Agua alcanforada	2 »

Con frecuencia conviene aumentar la transparencia de las preparaciones, con cuyo objeto se emplean las esencias, siendo las más empleadas las de trementina, de clavo, de cedro, etc., como también la bencina y el xilol.

Los *reactivos disolventes* varían según la cualidad de la sustancia que se trata de disolver. Entre ellos se encuentran el sulfuro de carbono, el éter, el cloroformo y el alcohol, que se emplea generalmente cuando se trata de materias resinosas. Cuando se trata de disolver las materias salinas que se encuentran en los tejidos, y cuando éstas pueden dar origen á sales solubles, se emplean como disolventes algunos ácidos minerales ú orgánicos.

Los *reactivos disociantes* son líquidos que destruyen la cohesión de los tejidos, teniendo algunos la propiedad de destruir ciertos elementos y de conservar otros.

La potasa y los álcalis son disociantes enérgicos, así como el alcohol de Ranvier (á $\frac{1}{3}$) es uno de estos reactivos que por su mediana energía puede prestar servicios muy útiles.

También son de gran utilidad los líquidos llamados digestivos, naturales ó artificiales, como la saliva, el jugo gástrico y las soluciones de pepsina. Los ácidos nítrico y clorhídrico al 20 por 100 dan buenos resultados, como también el llamado líquido de Schultze, cuya fórmula es:

Ácido nítrico	4 partes.
Clorato de potasa	10'2 »

Los *reactivos fijadores* obran principalmente coagulando las materias albuminoides. El fijador más comúnmente empleado es el alcohol absoluto, á 95°, ó más dilatado.

El ácido crómico se emplea generalmente para fijar los tejidos animales, siendo notable la rapidez de su acción en solución poco concentrada de 2 á 5 por 1000. La acción de los cromatos alcalinos, principalmente del bicromato de potasa, es análoga á la del ante-

rior y se emplean en soluciones del 2 al 5 por 100. El líquido de Müller es una solución de bicromato de potasa cuya fórmula es la siguiente:

Bicromato de potasa	2 á 2 y $\frac{1}{2}$ partes.
Sulfato de sosa	1 »
Agua.	100 »

El ácido pícrico y el picrosulfúrico son también buenos reactivos fijadores, y este último se prepara de la siguiente manera:

Agua destilada.	100 partes.
Ácido sulfúrico concentrado	2 »

Añádense cristales de ácido pícrico hasta la saturación, se filtra y se añaden tres volúmenes de agua. El líquido que resulta se conoce con el nombre de licor de Kleinenberg.

El ácido ósmico y las soluciones de bicloruro mercúrico se emplean también como reactivos fijadores, empleándose estas últimas al 5 por 100 en el agua.

Los reactivos *colorantes* han traído un gran progreso á la micrografía en los tiempos actuales, como ya en otro lugar dejamos indicado.

Los colorantes más empleados son los derivados de la anilina, el carmín, la hematoxilina, etc. Las coloraciones obtenidas por medio de la anilina son notables por su intensidad, aunque son poco estables. La fuchsina da coloraciones de un rojo rubí muy brillante. Los violetas dan tintes más oscuros pero más sólidos, y el azul de metileno da buenas coloraciones pero poco estables. El verde de metilo y el verde de yodo dan buenos resultados, aunque poco estables.

El picrocarmin es un buen colorante, especialmente en citología, pues con él pueden obtenerse dobles coloraciones, apareciendo los núcleos de color rojo rubí y el protoplasma anaranjado. La hematoxilina es un colorante muy enérgico, principalmente por su acción sobre los núcleos. Se la prepara según la siguiente fórmula: se hacen disolver 4 gramos de hematoxilina cristalizada en 25 cc. de alcohol, vertiéndolos en 400 cc. de una solución saturada de alún y amoníaco en agua. El todo se deja al aire y á la luz durante 3 ó 4 días, se filtra y se añade 100 cc. de glicerina y 100 de alcohol metílico. Se deja reposar hasta que la solución ha adquirido un color suficientemente obscuro, se filtra y se conserva en un frasco herméticamente cerrado.

Empléanse también como colorantes la eosina y la safranina, que tienen empleo especial para las coloraciones dobles. El yodo y el ácido pícrico dan también un tinte amarillo que se utiliza como reactivo colorante.

Precauciones generales en las observaciones microscópicas. — Una vez practicadas las preparaciones según los procedimientos que

dejamos consignados, conviene en gran manera precaverse contra los motivos de error que son frecuentes en las observaciones microscópicas, cuando no se tiene una gran práctica ó no se siguen escrupulosamente los preceptos de la técnica microscópica. Es preciso fijarse muy detenidamente en ciertos caracteres que dan la clave para la determinación y diferenciación de sustancias que presentan marcadas analogías.

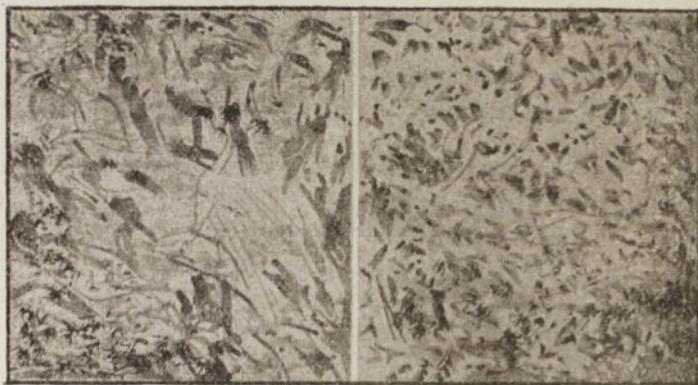


FIG. 128

FIG. 129

Caracteres microscópicos de la grasa de carnero y de la de ternera

Tratándose, por ejemplo, de las grasas en el reconocimiento de las sustancias alimenticias, sucede muchas veces que sus caracteres varían según las condiciones de temperatura, estado de conservación, etc. Cuando son de origen animal contienen fragmentos de los tejidos de los cuales proceden, pudiéndose encontrar en ellas organismos parasitarios que han quedado con vida por la baja temperatura empleada para su extracción. Otras veces son objeto de falsificaciones muy difíciles de reconocer, por la adición de sustancias de análoga composición química. Así sucede, por ejemplo, con las grasas de carnero y de ternera (Figs. 128 y 129) y con las de cerdo y de buey (Figs. 130 y 131), que se mezclan frecuentemente para obtener un lucro ilícito. La inspección de las figuras citadas hará comprender las diferencias que separan entre sí estos productos, á la simple inspección microscópica; pero es igualmente indiscutible que, sin una buena práctica y sin una atención especial, el observador se equivocará con frecuencia, siendo inseguros sus juicios.

Otras veces se emplean como elementos de falsificación, sustancias de naturaleza muy diferente difíciles de descubrir á la simple vista, y que sólo descubren con seguridad las observaciones microscópicas realizadas con esmero. La presencia del almidón en las grasas es muy frecuente y sólo puede comprobarse por medio de un detenido examen micrográfico. La fécula de patatas, que se emplea en la falsificación de la manteca de cerdo (Fig. 132) y que

presenta los caracteres que se indican en dicha figura, puede servir de ejemplo para demostrar la necesidad de que los encargados de estos importantes servicios no se fíen jamás de la simple inspección ocular, y pregunten siempre al microscopio para estar seguros en sus juicios facultativos.



FIG. 130

FIG. 131

Caracteres microscópicos de la grasa de cerdo y de la de buey

Otro ejemplo nos ofrece la inspección de los almidones en general. El comercio de mala fe no se detiene en los medios cuando se trata de saciar sus apetitos de ganancia, y es indispensable que los hombres de ciencia garanticen la salud pública contra estos fraudes peligrosos.



FIG. 132.

Manteca de cerdo falsificada con fécula de patata.

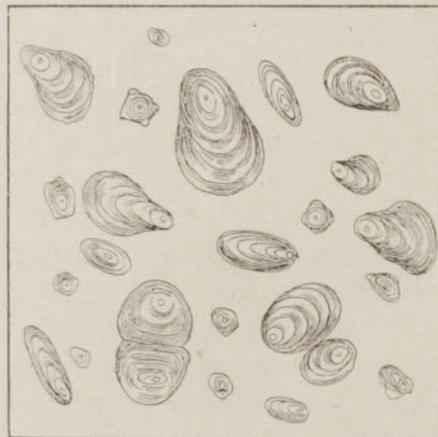


FIG. 133

Almidón de cúrcuma.

Ya hemos visto en otro lugar los caracteres que distinguen los almidones de distintas procedencias. Véase ahora (Fig. 133) los que se encuentran en el almidón de cúrcuma empleado frecuentemente en las falsificaciones.

Estos ejemplos, tomados entre los muchos que ofrece la práctica diaria, demuestran evidentemente que la química biológica bien entendida está llamada á ser garantía poderosa de la salud y de la vida, interviniendo en la higiene bajo el concepto más importante de sus fecundas aplicaciones, y sirviendo, ayudada por la observación microscópica, para que sean imposibles la acción y la lucha incesantes de los agentes destructores de la salud y de la vida.

Por eso jamás se recomendará demasiado la escrupulosidad y el interés con que deben practicarse las observaciones micrográficas cuya importancia es tan grande cuando se las emplea como garantía de la salud y del bienestar de la humanidad.

APÉNDICE IV

MEMORÁNDUM ANALÍTICO

Conviene tener á la vista en las manipulaciones de laboratorio ciertos datos de uso frecuente y que á cada momento necesita conocer el operador.

Por esta razón hemos creído de importancia verdaderamente práctica poner á la vista del lector algunas indicaciones que en casos determinados le sirvan para recordar conocimientos ya adquiridos.

Caracteres generales de las bases. — Sólo nos ocuparemos de los caracteres más importantes, compatibles con el objeto que nos hemos propuesto.

Aluminio. — El hidrógeno sulfurado no da precipitado con las sales de aluminio. El sulfhidrato de amoníaco da un precipitado de hidrato soluble en la potasa. La potasa da un precipitado de hidrato soluble en un exceso de reactivo. El amoníaco da un precipitado de hidrato insoluble en un exceso de reactivo.

Amonio. — El hidrógeno sulfurado, el sulfhidrato de amoníaco y los carbonatos alcalinos no tienen acción sobre las sales amoniaca-les. Una sal amoniacal calentada con la potasa, la sosa, la cal ó la magnesia cáustica desprende gas amoníaco, que da el color azul al papel de tornasol rojo ó produce humo espeso en presencia del ácido clorhídrico. El cloruro de platino en presencia del alcohol da un precipitado amarillo cristalino de cloroplatinato de amoníaco.

Antimonio. — El hidrógeno sulfurado da un precipitado amarillo anaranjado soluble en el sulfhidrato de amoníaco. El agua en exceso da un precipitado blanco de oxiclорuro soluble en los ácidos tártrico y cítrico. El cloruro de oro en frío da una coloración verde y en caliente pajillas de oro metálico.

El zinc precipita el antimonio metálico.

Estos caracteres son propios de las sales antimoniosas; en cuanto á las antimónicas, el hidrógeno sulfurado, el sulfhidrato de amoníaco y el agua producen los mismos fenómenos y el cloruro de oro no tiene acción sobre ellas. Todas las sales de antimonio dan en el aparato de Marsh manchas metálicas que tratadas por el ácido

nítrico y después de evaporación en seco dan con el hidrógeno sulfurado el precipitado rojo anaranjado del sulfuro de antimonio.

Plata. — El ácido clorhídrico y los cloruros dan un precipitado blanco insoluble en los ácidos y soluble en el amoníaco. El hidrógeno sulfurado y el sulfhidrato de amoníaco dan un precipitado negro insoluble en un exceso de reactivo. El cromato de potasa da un precipitado rojo ladrillo soluble en el amoníaco y el ácido nítrico.

Arsénico, Arsenitos, Arseniatos. — El ácido clorhídrico da un precipitado de ácido arsenioso soluble en un exceso de reactivo, en los arsenitos. En los mismos el hidrógeno sulfurado en solución ácida da un precipitado amarillo soluble en el sulfhidrato de amoníaco. El nitrato de plata da un precipitado amarillo soluble en el amoníaco, y si á la solución amoniacal se añade un poco de potasa y se eleva la temperatura, se obtiene un espejo de plata.

Con los arseniatos el ácido clorhídrico no da nada; en líquido ácido y en caliente el hidrógeno sulfurado da poco á poco un precipitado amarillo soluble en el sulfhidrato de amoníaco. El nitrato de plata da un precipitado rojo ladrillo soluble en el amoníaco. En caliente la solución amoniacal adicionada de potasa no da reducción. En el aparato de Marsh las sales que contienen arsénico dan un anillo metálico que tratado por el ácido nítrico y después de evaporación en seco precipita en amarillo por el hidrógeno sulfurado.

Bario. — El carbonato de amoníaco da un precipitado blanco de carbonato de bario. El ácido sulfúrico, aun en las soluciones diluídas y los sulfatos, da un precipitado blanco de sulfato insoluble en los ácidos.

Bismuto. — El hidrógeno sulfurado da un precipitado negro de sulfuro insoluble en el sulfhidrato de amoníaco. El agua en exceso da un precipitado blanco insoluble en el ácido tártrico. El cromato de potasa da un precipitado amarillo de cromato de bismuto soluble en el ácido nítrico é insoluble en la potasa.

Cadmio. — El hidrógeno sulfurado da un precipitado amarillo de sulfuro insoluble en el sulfhidrato de amoníaco. El amoníaco da un precipitado blanco de hidrato muy soluble en un exceso de reactivo.

Calcio. — El hidrógeno sulfurado y el sulfhidrato de amoníaco no dan precipitado. El carbonato de amoníaco da un precipitado blanco de carbonato de cal. El ácido sulfúrico y los sulfatos no dan precipitado en las soluciones dilatadas, pero éste se encuentra en las soluciones más concentradas, sobre todo en presencia del alcohol.

Cromo. — El sulfhidrato de amoníaco da un precipitado verde de hidrato con desprendimiento de hidrógeno sulfurado. La potasa y la sosa dan un precipitado verde soluble en un exceso de reactivo. Si se hace hervir durante algunos instantes esta solución alcalina con el óxido de plomo, se tiene una solución amarilla de cromato de plomo disuelto en el álcali. Si se neutraliza este álcali

por el ácido acético se ve reaparecer el precipitado amarillo de cromato de plomo.

Cobalto. — El hidrógeno sulfurado no da precipitado sino en presencia del acetato de sosa. El sulfhidrato de amoníaco da un precipitado negro en un exceso de reactivo. El nitrito de potasio en la solución muy acética de la sal y en caliente da un precipitado cristalino amarillo de nitrito doble de potasio y de cobalto.

Cobre. — En las sales cuprosas el hidrógeno sulfurado da un precipitado negro de sulfuro casi insoluble en el sulfhidrato de amoníaco. La potasa en exceso da un precipitado amarillo de hidrato cuproso. El amoníaco en exceso da un líquido que en el aire se hace azul rápidamente. En los análisis sólo se encuentran las sales cuprosas en estado de cloruro. Este cloruro, que sólo es soluble en presencia del ácido clorhídrico, es precipitado en blanco de su solución añadiendo un exceso de agua.

En las sales cúpricas el hidrógeno sulfurado da un precipitado negro de sulfuro casi insoluble en el sulfhidrato de amoníaco. El amoníaco da un precipitado azulado soluble en un exceso de reactivo. El ferrocianuro de potasio da un precipitado color de castaña, de ferrocianuro de cobre; esta reacción es muy sensible y produce una coloración roja aun en soluciones muy dilatadas cuando el amoníaco no da ya la coloración azul.

El cianuro de potasio produce un precipitado verde de cianuro de cobre soluble en un exceso de reactivo, dando un líquido incoloro que no precipita por el hidrógeno sulfurado. El hierro bien limpio se recubre de una capa de cobre al cabo de cierto tiempo, aun en las soluciones muy dilatadas.

Estaño. — En las sales estannosas el hidrógeno da un precipitado color de chocolate, de sulfuro estannoso, soluble en el sulfhidrato de amoníaco adicionado de azufre, especialmente en caliente. Es precipitado por los ácidos de su solución en los polisulfuros alcalinos, en el estado de sulfuro estánnico amarillo. El bicloruro de mercurio en pequeña cantidad da un precipitado blanco de calomelano; si se eleva la temperatura, el precipitado toma el color negro á consecuencia de la producción de mercurio metálico. El cloruro de oro da un precipitado rojo obscuro de púrpura de Casio.

Como sales estannosas sólo se conoce el cloruro, que es un agente de reducción que modifica las sales del máximo al mínimo, por cuya razón decolora el permanganato de potasa, las sales cúpricas, el percloruro de hierro, etc.

En las sales estánnicas el hidrógeno sulfurado da un precipitado amarillo de sulfuro estánnico soluble en el sulfhidrato de amoníaco.

Hierro. — En las sales ferrosas no da precipitado el hidrógeno sulfurado. El sulfhidrato de amoníaco da un precipitado negro de sulfuro muy soluble en el ácido clorhídrico. El ferrocianuro de potasio da un precipitado blanco azulado, que se hace azul lentamente en contacto con el aire y rápidamente en presencia del ácido nítri-

co. El ferrocianuro de potasio da un precipitado azul llamado azul de Turnbull. El sulfocianuro de amonio ó de potasio no da reacción. El cloruro de oro es reducido al estado de oro metálico. El permanganato de potasa, especialmente en solución algo ácida, se decolora instantáneamente.

En las sales férricas el hidrógeno sulfurado les convierte en sales ferrosas con depósito de azufre. El sulfhidrato de amoniaco da un precipitado negro de sulfuro de hierro acompañado de azufre. El amoniaco da un precipitado color de óxido insoluble en un exceso de reactivo. El ferrocianuro de potasio da un precipitado de azul de Prusia. El sulfocianuro de amonio ó de potasio da una coloración rojo sangre aun en líquidos muy dilatados. El cloruro de oro y el permanganato de potasio no dan reacción con estas sales.

Magnesio. — El hidrógeno sulfurado y el sulfhidrato de amoniaco no dan precipitado. En presencia del clorhidrato de amoniaco ó del amoniaco en presencia de las sales amoniacales, el carbonato de amoniaco no precipita las sales de magnesia. En presencia del clorhidrato de amoniaco y del amoniaco en exceso el fosfato de sosa da un precipitado blanco cristalino de fosfato amónico magnésico.

Manganeso. — El hidrógeno sulfurado no da precipitado de sulfuro sino en presencia del acetato de sosa, siendo este precipitado de color de rosa y produciéndose igualmente por el sulfhidrato de amoniaco.

Las sales de manganeso, á excepción de los cloruros calentados con el ácido nítrico, dan una coloración roja cuando se añade una pequeña cantidad de bióxido de plomo ó minio.

Mercurio. — En las sales mercuriosas el hidrógeno sulfurado y el sulfhidrato de amoniaco dan un precipitado negro de sulfuro insoluble en los sulfuros alcalinos. El ácido clorhídrico y los cloruros dan un precipitado blanco que se ennegrece por el amoniaco. El yoduro de potasio da un precipitado amarillo verdoso de yoduro mercurioso.

En las sales mercúricas el hidrógeno sulfurado produce un precipitado blanco al principio y que va pasando por tintas cada vez más oscuras hasta el negro. Este precipitado de sulfuro es insoluble en los sulfuros alcalinos. El ácido clorhídrico y los cloruros no dan precipitado. El yoduro de potasio da un precipitado rojo muy soluble en un exceso de reactivo.

Nikel. — El hidrógeno sulfurado no da precipitado en las soluciones ácidas de las sales de nikel sino en presencia de una cierta cantidad de acetato de sosa, formándose entonces un precipitado negro de sulfuro. El sulfhidrato de amoniaco da en seguida un precipitado negro de sulfuro un poco soluble en un exceso de reactivo principalmente en presencia del amoniaco. El líquido separado del precipitado se colorea en gris negruzco, pero esta disolución no se verifica en presencia de un exceso de clorhidrato de amoniaco; el

amoníaco da un precipitado verde soluble en un exceso de reactivo y con una coloración azul. El cianuro de potasio da un precipitado verde amarillo soluble en un exceso de reactivo y la adición de ácido clorhídrico ó sulfúrico hace reaparecer el precipitado inicial.

Oro. — El hidrógeno sulfurado da un precipitado negro de sulfuro soluble en el sulfhidrato de amoníaco. En solución ácida el sulfato y el cloruro ferroso reducen las sales de oro al estado metálico. El ácido oxálico produce, lentamente en frío, rápidamente en caliente en las sales de oro, una coloración verde seguida de un depósito de oro metálico.

Platino. — El hidrógeno sulfurado en solución mantenida próximamente á la temperatura de ebullición, precipita las sales de platino en el estado de sulfuro negro. Este sulfuro es casi totalmente insoluble en el sulfhidrato de amoníaco cuando este metal está solo; pero en presencia de los sulfuros de metales del mismo grupo el sulfuro de platino es soluble en proporciones notables en el sulfhidrato alcalino.

Los cloruros de potasio y de amonio, sobre todo en presencia del alcohol, dan con las sales de oro un precipitado cristalino amarillo de cloroplatinato de potasio ó de amonio. El formiato de sosa y el hidrato de coral en solución alcalina reducen las sales de platino á la temperatura de ebullición, depositando un polvo negro de platino metálico.

Plomo. — El ácido clorhídrico da con las sales de plomo un precipitado cristalino blanco muy poco soluble en el agua fría, soluble en el agua hirviendo é insoluble en el amoníaco. El hidrógeno sulfurado y el sulfhidrato de amoníaco dan un precipitado negro de sulfuro de plomo insoluble en los sulfuros alcalinos. El ácido sulfúrico y los sulfatos, sobre todo en presencia del alcohol, dan con las sales de plomo un precipitado blanco de sulfato soluble en la potasa, la sosa, el acetato y el tartrato de amoníaco. El yoduro de potasio da un precipitado amarillo de yoduro de plomo que se deposita de su solución en el agua hirviendo en pajuelas amarillas de oro. El cromato de potasa da un precipitado amarillo de cromato de plomo soluble en la potasa y la sosa cáustica.

Potasio. — El ácido sulfhídrico, el sulfhidrato de amoníaco, los carbonatos y las bases alcalinas no dan reacción con las sales de potasio. En presencia del alcohol el cloruro de platino da un precipitado amarillo de cloroplatinato de potasa. En una solución concentrada de una sal de potasio el ácido tártrico y el sulfato de alúmina en solución muy concentrada dan: el primero un precipitado cristalino de bitartrato de potasa y el segundo un precipitado cristalino de alún, cuyas reacciones son favorecidas por una viva agitación.

Sodio. — El hidrógeno sulfurado, el sulfhidrato de amoníaco, los carbonatos y las bases alcalinas no reaccionan sobre las sales

de sodio, como igualmente el ácido tártrico, el sulfato de alúmina y el cloruro de platino.

Estroncio. — El hidrógeno sulfurado y el sulfhidrato de amoníaco no precipitan las sales de estroncio. El carbonato de amoníaco da un precipitado blanco de carbonato de estroncio soluble en el ácido clorhídrico. El sulfato de cal da al cabo de cierto tiempo un precipitado de sulfato de estroncio.

Cinc. — El hidrógeno sulfurado no tiene acción sobre las soluciones ácidas de las sales de cinc, pero en presencia de una cantidad suficiente de acetato de sosa las precipita en totalidad. El sulfhidrato de amoníaco da el mismo precipitado blanco de sulfuro insoluble en un exceso de reactivo. La potasa y el amoníaco dan un precipitado blanco de hidrato soluble en un exceso de reactivo.

Ácidos. Acido nitroso. — Este ácido da las sales llamadas nitritos, con las cuales el nitrato de plata da un precipitado blanco soluble en caliente y en un exceso de agua. Los ácidos producen un desprendimiento de vapores rutilantes, y el yoduro de potasio adicionado con el engrudo de almidón se colorea en azul en la solución de un nitrito después de añadir ácido acético. La reacción del sulfato ferroso se produce igualmente con los nitratos.

Acido nítrico. — Da las sales llamadas nitratos; el de plata no tiene acción sobre las disoluciones de los otros nitratos. Un nitrato calentado con ácido sulfúrico en presencia de algunos preparados de cobre desprende vapores rutilantes. Añadiendo sulfato ferroso pulverizado al ácido sulfúrico concentrado y algunas gotas de la solución de un nitrito ó de un nitrato, aparece una coloración que varía del rosa pálido y el violeta hasta el gris obscuro, según el grado de concentración de la solución salina.

Acido bórico. — Da las sales llamadas boratos. Un papel impregnado de una solución de cúrcuma y humedecido en la disolución de un borato adicionado de ácido clorhídrico y desecado á 100°, toma un color gris obscuro.

Acido bromhídrico. — Produce los bromuros, con los cuales el nitrato de plata da un precipitado blanco amarillento insoluble en el ácido nítrico y menos soluble en el amoníaco que el cloruro de plata.

El agua de cloro desaloja el bromo de los compuestos bromurados, y el éter y el sulfuro de carbono agitados por una solución tratada de esta manera, se apoderan del bromo puesto en libertad y forman una capa muy coloreada en rojo obscuro. Un bromuro calentado con el bióxido de manganeso y el ácido sulfúrico da vapores rojos cargados de bromo.

Acido clorhídrico. — Da los cloruros, con los cuales el nitrato de plata da un precipitado blanco insoluble en el ácido nítrico y muy soluble en el amoníaco, que abandonado á la luz toma primeramente el color de violeta y después el negro. El bióxido de manganeso y el ácido sulfúrico calentado con un cloruro, producen un

desprendimiento de cloro gaseoso de color verde que da el azul en una solución de yoduro de potasio almidonado ó en el papel yodurado que se obtiene humedeciendo papel sin cola en una solución de yoduro almidonado y secándolo después. El bicromato de potasa añadiendo un cloruro y ácido sulfúrico concentrado desprende por el calor vapores de ácido clorocrómico de color rojo intenso.

Acido hipocloroso. — Produce los hipocloritos ó cloruros decolorantes que son descompuestos por los ácidos con desprendimiento de cloro. Las soluciones de índigo en presencia de los ácidos se descomponen rápidamente por los hipocloritos.

Acido clórico. — Da lugar á los cloratos con cuyas soluciones no da precipitado el nitrato de plata. Los cloratos sólo decoloran las soluciones de índigo cuando se añade ácido sulfúrico dilatado y sulfito de sosa.

Acido fluorhídrico. — Produce las sales llamadas fluoruros en cuyas soluciones no da precipitado el nitrato de plata. El cloruro de bario da un precipitado de fluoruro soluble en un exceso de ácido clorhídrico y nítrico. Los fluoruros calentados con el ácido sulfúrico en una cápsula de platino desprenden ácido fluorhídrico que corroe las láminas de cristal.

Acido yodhídrico. — Produce los yoduros con los cuales el nitrato de plata da un precipitado amarillo insoluble en el ácido nítrico y muy difícilmente soluble en el amoníaco. El agua de cloro y el nitrito de potasio ácido ponen en libertad el yodo de los yoduros, el cual da la coloración azul á la solución de almidón. Un yoduro calentado con el ácido sulfúrico y el bióxido de manganeso desprende vapores de yodo color violeta.

Acido yódico. — Produce los yodatos en cuyas soluciones el cloruro de bario da un precipitado blanco cristalino soluble en el ácido nítrico. Los yodatos son descompuestos por el hidrógeno sulfurado, produciéndose azufre y yodo libre que colorea en azul el engrudo de almidón. Esta coloración desaparece por un exceso de hidrógeno sulfurado, presentando entonces el líquido las reacciones de los yoduros. Por el ácido sulfuroso se produce una reacción igual, pero sin que aparezca el azufre libre.

Acido fosfórico. — Produce los fosfatos con los cuales el nitrato de plata da un precipitado amarillo claro soluble en el amoníaco y el ácido nítrico. El sulfato de magnesia con el clorhidrato de amoníaco da un precipitado cristalino de fosfato amónico magnésico. El ácido fosfórico libre no coagula la albúmina de huevo dilatada en agua, y el molibdato de amoníaco adicionado de ácido nítrico y con elevación de temperatura, da un precipitado amarillo de fosfomolibdato de amoníaco soluble en este último.

Acido pirofosfórico. — Da los pirofosfatos con los cuales el nitrato de plata da un precipitado blanco soluble en un exceso de reactivo. Este ácido libre no coagula las soluciones de albúmina.

Acido metafosfórico. — Da los metafosfatos con los cuales el ni-

trato de plata da también un precipitado blanco soluble en el amoníaco y en el ácido nítrico, pero la solución de ácido libre ó de un metafosfato adicionado de ácido acético coagula la solución de albúmina.

Acido silícico. — Da los silicatos que, cuando son solubles en el agua dan un precipitado de sílice gelatinoso por la acción de los ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico. El clorhidrato de amoníaco, el cloruro de sodio y el de magnesio dan también un precipitado gelatinoso con los silicatos solubles.

Acido sulfhídrico. — Da los sulfuros, solubles los unos é insolubles los otros, pero todos ellos bajo la influencia de los ácidos desprenden hidrógeno sulfurado que se reconoce por su olor, como también porque ennegrece la plata y por los precipitados que da con diversas soluciones metálicas.

Acido hiposulfuroso. — Da los hiposulfitos, los cuales tratados por los ácidos desprenden gas sulfuroso con depósito de azufre, produciéndose un precipitado blanco de hiposulfito soluble en un exceso de reactivo cuando son tratados por el nitrato de plata ó por el acetato ó el nitrato de plomo. El percloruro de hierro da una coloración violeta que desaparece rápidamente en frío.

Acido sulfuroso. — Da los sulfitos, los cuales bajo la acción de los ácidos desprenden gas sulfuroso, pero sin depósito de azufre. El ácido sulfuroso libre y los sulfitos decoloran rápidamente el permanganato potásico. El percloruro de hierro colorea los sulfitos en rojo obscuro, y el nitrato de plata produce al principio un precipitado blanco que se transforma por el calor en un depósito de plata metálica.

Acido sulfúrico. — Da los sulfatos, siendo carácter general de los solubles su precipitación en el estado de sulfatos insolubles en los ácidos por las sales de bario. Los sulfatos insolubles calentados al rojo con el carbón vuelven al estado de sulfuros y se transforman en sulfatos solubles por doble descomposición calentándolos al rojo en una cápsula de platino con el carbonato de sosa ó con el de potasa.

Acido crómico. — Produce los cromatos neutros y bicromatos. Estos últimos no cambian de color añadiendo algunas gotas de ácido sulfúrico, pero los cromatos neutros toman en tal caso una coloración rojo anaranjada. El cloruro de bario da un precipitado amarillo de cromato de barita soluble en el ácido nítrico, y el nitrato de plata un precipitado rojo obscuro de cromato de plata soluble en el ácido nítrico y el amoníaco. Los cromatos tratados por el agua oxigenada y agitando la solución con el éter forman una capa azul que desaparece rápidamente. El ácido sulfuroso produce una coloración verde.

Acido manganésico. — Produce los manganatos alcalinos que se transforman en permanganatos por la acción de los ácidos, tomando una coloración rojo violado. El ácido sulfuroso ó el sulfato ferroso decoloran los permanganatos.

Acido acético. — Da los acetatos que calentados con el ácido sulfúrico desprenden vapores de ácido acético con olor de vinagre. Las sales de hierro al máximo les dan una coloración roja y un precipitado gelatinoso por ebullición.

Acido carbónico. — Da los carbonatos que por la acción de los ácidos desprenden el anhídrido carbónico, el cual enturbia el agua de cal y la de barita.

Acido cianhídrico. — Da los cianuros con los cuales los ácidos producen un desprendimiento de ácido cianhídrico con olor de almendras amargas, y el nitrato de plata un precipitado blanco soluble en el amoníaco. Añadiendo á una disolución de cianuro algunas gotas de potasa y después una mezcla de sal ferrosa y férrica con el ácido clorhídrico se obtiene un precipitado de azul de Prusia.

Acido oxálico. — Da los oxalatos con los cuales las sales de cal dan un precipitado blanco soluble en los ácidos clorhídrico y nítrico é insoluble en el ácido acético. El cloruro de oro da un depósito de oro metálico.

Glicerina. — Corresponde al grupo de los alcoholes triatómicos y tiene el aspecto de un líquido siruposo cuya densidad es de 1'26. Es higrométrica, cristaliza en prismas romboidales y existe en los cuerpos grasos, siendo soluble en el agua y el alcohol é insoluble en el éter, el cloroformo, los aceites y las esencias. Se descompone por los fermentos cuando está muy dilatada. Se prepara por la saponificación de los cuerpos grasos por medio del óxido de plomo y del agua, formándose un jabón de plomo insoluble y quedando la glicerina disuelta en el agua.

Glucosa. — En estado natural se encuentra en la miel, en los frutos azucarados, la sangre, el quilo, la linfa, la albúmina de huevo, etc. Es un cuerpo sólido en agujas blancas agrupadas con densidad de 1'55, soluble en el agua y de sabor azucarado. El ácido nítrico la transforma en ácido sacárico, y el cloro y el bromo en presencia del agua dan el ácido glucólico. Calentada durante algún tiempo con el amoníaco da las bases llamadas glucosinas.

Tiene propiedades reductoras muy considerables, y experimenta la reacción alcohólica cuando se le añade levadura de cerveza y las fermentaciones láctica y butírica puesta en contacto con las materias nitrogenadas.

Sacarosa. — Existe en la caña de azúcar, la remolacha, los melones, etc. Cristaliza en prismas romboidales oblicuos é incoloros; su densidad es de 1'60 y es soluble en el agua é insoluble en el éter y el alcohol.

No es directamente fermentescible, pero bajo la influencia de la invertina ó de un ácido dilatado se desdobra en glucosa y levulosa. No reduce el líquido cupropotásico ni se ennegrece por los álcalis.

Maltosa. — Es el primer producto de la acción de la diastasa sobre el almidón. Está formada por agujas blancas y duras, reduce el líquido cupropotásico, y los ácidos dilatados la transforman en glucosa.

Almidones. — Sustancia blanca pulverulenta, que aparece al microscopio bajo la forma de granos ovoides, esféricos ó poliédricos, compuestos de capas concéntricas simétricamente colocadas al redor de un punto.

El almidón es insoluble en el agua, el alcohol y el éter, y el agua hirviendo lo convierte en una masa gelatinosa llamada engrudo pero no lo disuelve.

Bajo la influencia de la diastasa y de los ácidos dilatados se transforma primeramente en dextrina y después en glucosa. El yodo colorea en azul el almidón cuya coloración desaparece bajo la influencia del calor y reaparece por el enfriamiento.

Dextrina. — Sustancia pulverulenta amarilla, soluble en el agua y en el alcohol debilitado, insoluble en el alcohol fuerte y en el éter no fermentescible directamente. Los ácidos dilatados y la diastasa la transforman en glucosa. No toma el color azul por el yodo ni precipita por el percloruro de hierro.

Cuerpos grasos. — Son mezclas de glicerina y de ácidos grasos, constituyendo los éteres de la glicerina ó glicéridos, estearina, palmitina y oleína. Son líquidos ó sólidos, fusibles á una temperatura poco elevada, blancos ó amarillos, insolubles en el agua, insolubles ó poco solubles en el alcohol, solubles en el éter, el cloroformo, las esencias, la bencina y los hidrocarburos líquidos. Manchan el papel, no son volátiles y se descomponen en glicerina y ácidos grasos.

Las grasas animales contienen: palmitina, estearina, margarina y un poco de oleína. Los aceites son cuerpos grasos líquidos en los cuales predomina la oleína. Entre los aceites grasos unos se enrancian y no se solidifican y otros absorben oxígeno, se espesan y se convierten en masas transparentes.

Acido benzoico. — Cuerpo sólido blanco en agujas ó láminas, poco soluble en el agua y muy soluble en el alcohol. Se encuentra en las orinas descompuestas de los herbívoros procediendo de la descomposición del ácido hipúrico.

El ácido nítrico lo transforma por ebullición en ácido nitrobenzoico y bajo la acción de los reductores da la esencia de almendras amargas. Los benzoatos son casi todos solubles en el agua.

Acido láctico. — Se encuentra en el estómago, en la leche agria, en la cicuta, etc. Se conocen:

- 1.º El ácido láctico de fermentación.
- 2.º El ácido láctico normal.
- 3.º El ácido paraláctico ó sarcoláctico en los músculos.
- 4.º El ácido hidracrílico.

El primero se prepara haciendo experimentar la fermentación láctica al azúcar adicionado con agua y creta á la temperatura de 35°. Se forma lactato de cal que se descompone por el ácido sulfúrico y se agota por el éter, líquido incoloro, siruposo, muy ácido, y es soluble en el agua y en el éter.

El ácido láctico normal se encuentra en pequeña cantidad en los músculos al lado del ácido paraláctico.

Este último se obtiene preparando el extracto de carne precipitándolo por el alcohol y filtrándolo. Se evapora el líquido que es tratado por el ácido sulfúrico y agitado con el éter. Se evapora éste y se satura por el carbonato de plomo; se descompone por el hidrógeno sulfurado, se transforma en sal de cinc, se evapora, se hace cristalizar y se descompone por el ácido oxálico, resultando un líquido siruposo é incoloro.

Cuando se calienta uno de los ácidos lácticos á 140°, dos moléculas de ácido pierden una molécula de agua y dan un primer anhídrido, el ácido diláctico que por la continuación del calor pierde una molécula de agua y se transforma en dos moléculas de anhídrido láctico. Estos dos cuerpos se transforman de nuevo en ácido láctico por ebullición en el agua.

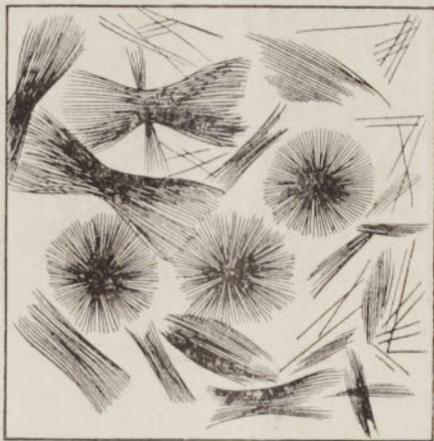


FIG. 134

Cristales de lactato de calcio.

Lactatos.—Estas sales se obtienen por la acción del ácido láctico sobre los óxidos ó sobre los carbonatos y por doble descomposición, siendo todas ellas solubles en el agua.

El lactato de calcio es una sal blanca que cristaliza en agujas finas agrupadas de diferentes maneras (Fig. 134) y se le prepara abandonando la leche á la fermentación en presencia del carbonato de cal.

El lactato de hierro se presenta en una costra verdosa con sabor ferruginoso y algo dulce, siendo soluble en 48 partes de agua. Se le prepara descomponiendo el lactato de cal por el sulfato de hierro.

Aminas.—Son compuestos derivados del amoníaco por la sustitución de radicales alcohólicos á uno ó muchos átomos de hidrógeno del amoníaco. Las aminas son primarias, secundarias, terciarias ó cuaternarias, según el número de átomos de hidrógeno que ha sido sustituido por $Az H^3$ ó $Az H^4$.

Son verdaderos álcalis como el amoníaco y se unen directamente á los ácidos sin eliminación de agua, dando de esta manera sales correspondientes á las sales amoniacaes. Precipitan el cloruro de platino y se descomponen por el ácido nitroso en el alcohol, agua y nitrógeno.

Indicán.—Existe en la orina patológica y aun en la normal, y en diversas plantas del género indigofera. Consiste en un líquido siruposo amarillo, muy amargo y soluble en el agua y en el alcohol. Se descompone en presencia de los ácidos, en indigotina é indigucina, produciéndose la misma descomposición por la putrefacción de la orina.

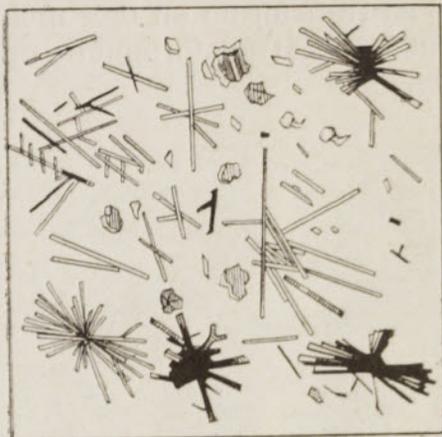


FIG. 135

Cristales de indigotina.

Indigotina.— Se presenta en cristales prismáticos (Fig. 135) cuando son obtenidos por la evaporación lenta de una solución alcohólica; su color es azul oscuro con reflejos de cobre. Es insípida, inodora, insoluble en el alcohol, soluble en el ácido sulfúrico concentrado y dando sales solubles en el agua. Los agentes reductores transforman el índigo azul insoluble en índigo blanco soluble que expuesto al aire se colorea nuevamente en azul. El ácido nítrico transforma la indigotina en isatina.

Indol.— Se produce en la digestión pancreática y se presenta en cristales incoloros, siendo soluble en el agua caliente y en el alcohol y constituyendo una base débil que por oxidación se transforma en indicán.

Glucocola.— Se obtiene por la ebullición prolongada de la gelatina con el ácido sulfúrico y por desdoblamiento del ácido hipúrico. Se presenta en grandes cristales incoloros romboédricos, con sabor de azúcar, siendo soluble en el agua, insoluble en el alcohol y fusible á 170°.

Leucina. Tirosina.— Estas dos bases se encuentran entre los productos de la putrefacción de las materias albuminoides y nor-

malmente en el páncreas y en el bazo. La leucina es un cuerpo blanco sin olor ni sabor que cristaliza en laminillas nacaradas suaves al tacto. Su densidad es de 1'29 y es soluble en 27 partes de agua fría.

La tirosina es una sustancia blanca, sedosa, inodora, insípida, que cristaliza en agujas finas y adherentes. Es casi insoluble en agua fría, soluble en el agua caliente é insoluble en el alcohol; también es soluble en los álcalis y en los ácidos dilatados.

Taurina. — Se encuentra en los riñones y pulmones de los mamíferos y en la carne de caballo. Se presenta cristalizada en prismas cuadrangulares terminados por pirámides y es soluble en 15 partes de agua fría é insoluble en el alcohol y el éter. Se obtiene haciendo hervir la bilis de buey con el ácido clorhídrico dilatado decantando el líquido y concentrándolo, precipitando después la taurina por el alcohol absoluto.

Creatina. Creatinina. — La primera es una guanidina substituída que se encuentra en el jugo de los músculos, en el cerebro y en la sangre. Es un cuerpo blanco, inodoro, de sabor amargo que cristaliza en prismas romboidales, es neutro á los papeles reactivos, muy soluble en el agua hirviendo y poco soluble en el alcohol. Sometido á la ebullición con el agua de barita fija el agua y se desdobra en urea y sarcocina. Los ácidos concentrados le hacen perder una molécula de agua y la transforman en creatinina.

La creatinina existe normalmente en la orina y en la sangre, pero según algunos autores se formaría á expensas de la creatina durante la preparación. Se la extrae de la orina transformándola en cloruro doble de cinc y de creatinina cuyo cuerpo cristaliza en prismas brillantes incoloros con sabor alcalino pronunciado, soluble en 12 partes de agua fría y poco soluble en el alcohol.

Urea. — Se encuentra constantemente en la orina del hombre, en la sangre, el quilo y el hígado. Preséntase cristalizada en gruesos prismas estriados terminados por una ó dos facetas oblicuas, con sabor franco y fusible á 130°. Es soluble en el agua y en el alcohol hirviendo y muy poco en el éter.

Se combina con ciertos óxidos como el óxido mercúrico y con ciertas sales como el sublimado corrosivo y el cloruro de sodio. Las combinaciones más importantes que forma la urea son el nitrato de urea y el oxalato de urea.

Se llaman ureídos á las ureas compuestas que contienen radicales de ácidos polivalentes.

Acido hipúrico. — Se encuentra en abundancia en la orina de los herbívoros de la cual se extrae. Se presenta cristalizado en prismas cuadrangulares terminados por facetas y es incoloro, de sabor amargo, y soluble en el agua hirviendo. A 250° se desdobra en ácido benzoico y benzonitrilo desprendiendo fuerte olor de ácido prúsico. Por hidratación se desdobra en glucocola y ácido benzoico.

Acido glucocólico. — Se encuentra en la bilis humana y en la de

los herbívoros y se presenta en cristales en forma de agujas, siendo poco soluble en el agua fría, más soluble en el agua caliente y en el alcohol é inalterable al aire. Por el ácido clorhídrico ó por la barita en ebullición se descompone en glucocola y ácido colálico.

Acido taurocólico. — Se encuentra en la bilis de gran número de animales en el estado de combinación alcalina, especialmente en la bilis del perro. Se presenta en agujas alterables al aire y muy solubles en el agua y en el alcohol, desdoblándose en taurina y en ácido colálico por la ebullición en el agua, y en los ácidos y en los álcalis.

Albúmina. — Se encuentra en casi todos los líquidos del organismo, en los vegetales y en la parte blanca del huevo. Se presenta en solución ó coagulada.

La albúmina soluble constituye una masa transparente, amorfa, incolora é inodora, y sus soluciones se enturbian á 60° y se coagulan á 75° ó por la acción del alcohol concentrado, de la anilina, de la cresoota y de los ácidos minerales concentrados y es soluble en los álcalis.

La albúmina coagulada se presenta en una masa blanca, opaca, ácida, insoluble en el agua y en el ácido clorhídrico y soluble en los álcalis cáusticos.

Entre las albúminas se cuentan :

- 1.° La albúmina de huevo.
- 2.° La serina ó albúmina del suero de la sangre.
- 3.° La albúmina vegetal.
- 4.° La vitelina ó albúmina de la yema del huevo, y
- 5.° La globulina, materia nitrogenada de los glóbulos de la sangre.

Caseína. — Se encuentra en disolución en la leche, en cuyo estado no se coagula por el calor y precipita por las soluciones concentradas de sal marina ó por adición de sulfato de magnesia en polvo. La legumina ó caseína vegetal presenta las mismas reacciones.

Peptonas. — Son productos que resultan de la acción de la pepsina sobre los albuminoides, siendo solubles en el agua, insolubles en el alcohol, asimilables y difusibles. Se presentan en masas blancas y amorfas, no siendo enturbiadas por el calor y precipitando por el alcohol.

Fibrina. — Es la substancia que constituye el coágulo de la sangre, siendo insoluble en el agua, el alcohol y el éter, y soluble á los 40° en una disolución al décimo de cloruro de sodio. Esta solución se coagula á los 60°, disolviéndose nuevamente por los alcoholes diluidos.

La miosina es el líquido muscular separado de los músculos á la temperatura de 0° y coagulado espontáneamente en masa gelatinosa. Es insoluble en el agua pura ó saturada de sal marina, y soluble en los ácidos y los álcalis dilatados.

El gluten es la substancia nitrogenada del pan y químicamente no es un principio definido. Tratado por el alcohol hirviendo se le separa en dos principios: la fibrina vegetal, insoluble en todos los disolventes, y la glutina, soluble en el alcohol hirviendo. El gluten abandonado á sí mismo se descompone y obra como fermento, transformando el almidón en dextrina y en azúcar y desarrollando el ácido carbónico.

Sintonina. — Cuerpo insoluble en el agua y en las soluciones de sal marina, y soluble en las disoluciones dilatadas de ácido clorhídrico y de sosa cáustica. Se obtiene por la acción del ácido clorhídrico débil sobre los albuminoides que se hinchan.

Fermentos solubles. — Son productos nitrogenados capaces de producir fenómenos químicos hidratando las substancias complejas y cuya acción no es paralizada por las substancias tóxicas que destruyen los fermentos figurados. Son arrastrados por los precipitados amorfos que se forman en sus soluciones, siendo insolubles en el alcohol y solubles en la glicerina. Son cuerpos blancos, sólidos y amorfos, siendo los principales:

1.º La diastasa, producto de la germinación de la cebada que transforma el almidón en maltosa.

2.º La ptialina de la saliva que transforma el almidón en dextrina y glucosa.

3.º La pepsina del jugo gástrico que transforma las materias albuminoides en sintoninas y peptonas.

4.º La pancreatina del jugo pancreático que tiene propiedades peptonizantes, sacarificantes y que saponifica los cuerpos grasos.

5.º La invertina de las levaduras que transforma la sacarosa en azúcar intervertido.

Keratina. — Es la materia nitrogenada de la epidermis, cuernos, uñas, etc., siendo insoluble en el agua, el alcohol y los ácidos dilatados. Muy higroscópica, se hincha en el agua y es soluble en caliente en los ácidos cáusticos.

Gelatina. — Procede de la transformación de la oseína por la acción prolongada del agua hirviendo ó del agua bajo presión. Es un cuerpo blanco amarillento vitroso; inodoro é inalterable al aire; se hincha en el agua fría y se disuelve en el agua hirviendo, congelándose por enfriamiento. Por ebullición con los ácidos y las bases da la glucocola y la leucina, y precipita por el tanino y por el sublimado corrosivo.

Oseína. — Se obtiene tratando los huesos por el ácido clorhídrico al décimo. Constituye el tejido orgánico de los huesos y es insoluble en el agua, en la cual se transforma en gelatina por la ebullición.

Acido úrico. — Está comprendido en los productos de desasimilación de los albuminoides y se encuentra en estado natural en la orina de todos los animales y principalmente en la de las aves. Es un cuerpo blanco cristalizado, inodoro, insípido, muy poco soluble

en el agua, insoluble en el alcohol. Se descompone por el calor en urea, ácido ciánico, carbonato de amoníaco, ácido cianhídrico y carbono. Tratado por un poco de ácido nítrico y evaporando hasta sequedad se obtiene un residuo amarillo y después rojo.

Carnina. — Se obtiene del extracto de carne en pequeñas masas blancas poco solubles en el agua fría y solubles en el agua caliente.

Cistina. — Hay algunos cálculos que están enteramente constituidos por este cuerpo, que es blanco, inodoro, insípido, insoluble en el agua y el alcohol, y soluble en los álcalis y los ácidos.

Guanina. — Producto retirado del guano y que se encuentra en el organismo. Preséntase bajo la forma de polvo blanco insoluble en el agua, el alcohol y el éter, y que se transforma en xantina por el ácido nitroso.

Xantina. — Se obtiene de los músculos ó por la acción del ácido nitroso sobre la guanina. Preséntase en la forma de un polvo blanco casi insoluble en el agua fría é insoluble en el alcohol y el éter. Se descompone á 150° y es soluble en las disoluciones alcalinas ó ácidas.

Sarcina. — Producto que se retira del extracto acuoso de carne. Es un cuerpo en polvo blanco formado por agujas microscópicas solubles en 300 partes de agua fría é insoluble en el alcohol. Se descompone á 150° transformándose en xantina cuando se le oxida por el ácido nítrico. Se combina con los ácidos, con las bases y con ciertas sales.

Leyes químicas. — Conviene recordar y tener presentes constantemente estas leyes cuya aplicación es de uso constante hasta en las operaciones más sencillas de un laboratorio.

Leyes de la combinación química. — La primera y acaso la más importante de todas ellas es debida á Lavoisier, que la formuló diciendo: *Nada se pierde, nada se crea en la naturaleza*.

En una reacción química el peso de los compuestos formados y de los cuerpos que han reaccionado es igual al peso de los cuerpos que se han introducido en la reacción. Sean P y P' los pesos de los cuerpos que se hagan reaccionar y tendremos la igualdad

$$P + P' = P P'$$

Tomemos pesos determinados de azufre y de cobre y haciéndoles reaccionar obtendremos un nuevo cuerpo, el sulfuro de cobre; en esté caso habrá habido combinación. Si hemos puesto, por ejemplo, un exceso de azufre tendremos al fin de la reacción un peso del sulfuro de cobre y de azufre igual á la suma de los pesos de los dos elementos que hemos hecho reaccionar.

No es exacto decir que no ha habido pérdida en esta reacción porque ha habido un desprendimiento de calor, una pérdida de energía, y será necesario para devolver el sulfuro de cobre á la forma de los elementos que lo constituyen, azufre y cobre, resti-

tuirle el calor desprendido y devolverle precisamente tanta energía como ha perdido en el acto de la combinación.

Ley de la constancia de la especie química. — La combinación de dos elementos se efectúa siempre según relaciones fijas é inmutables, y esta proporcionalidad de las cantidades de elementos que entran en combinación se designa con el nombre de ley de constancia de la especie química, ley de las proporciones definidas ó ley de Proust.

Cuando se ponen en presencia dos cuerpos capaces de combinarse, los pesos de los dos cuerpos que entran en reacción están en una relación constante. Pongamos en presencia 50 gramos de azufre y 100 gramos de cobre y elevemos la temperatura. El cobre se combina con el azufre con incandescencia, y al fin de la reacción encontraremos un cuerpo volátil que es el azufre y un residuo que no posee ya ni las propiedades del azufre ni las del cobre. Si lo analizamos encontraremos que contiene 32 gramos de azufre y 63 de cobre.

Podemos repetir la operación y aislar de nuevo el compuesto, el cual siempre dará las mismas cifras relativas. Si tomamos 100 gramos de este sulfuro y buscamos la cantidad de azufre y de cobre que contienen, encontraremos la mitad menos de cada uno de estos dos elementos que en 200 gramos de la misma substancia. Este hecho se enuncia diciendo: *en un compuesto químico definido la proporción de los elementos que le constituyen es siempre la misma.*

Esto completa la noción de la especie química; independientemente de los datos físicos necesarios para caracterizar una especie química, es necesario que la proporción de los elementos que la constituyen sea constante, esto es, que se encuentren las mismas cifras en dos análisis efectuados sobre partes diferentes.

Ley de los equivalentes. — A 35'5 gramos de cloro pueden unirse las siguientes cantidades ponderales de diferentes cuerpos:

31'75	gramos de cobre
12	» de magnesio
100	» de mercurio
108	» de plata

Tomemos 108 gramos de plata y busquemos cuál es el peso de bromo que se ha de combinar para constituir un compuesto definido, sin exceso del uno ni del otro; observaremos que este peso es 80.

Si ahora combinamos el bromo con 100 gramos de mercurio, 12 de magnesio, 31'75 de cobre, observaremos que en cada uno de estos casos se necesitan 80 gramos de bromo. Este reemplaza en cada una de estas combinaciones á 35'5 gramos de cloro, de donde puede deducirse que 80 gramos de bromo son equivalentes á 35'5 gramos de cloro.

Si después de esto elegimos una unidad, y esta unidad es, por

ejemplo, 1 gramo de hidrógeno, los pesos de los cuerpos que se unirán á 1 gramo de hidrógeno serán sus equivalentes.

Estos hechos se enuncian en forma de una ley química diciendo:

Las cantidades ponderales de dos cuerpos que se combinan con un tercero son todavía equivalentes con respecto á un cuarto, si hay combinación.

Esta ley lleva el nombre de ley de Richter, ó ley de Wenzel, aunque ni uno ni otro la hayan expuesto bajo esta forma.

Richter decía: «Las cantidades ponderales de dos metales que se disuelven en un mismo peso del mismo ácido, se combinan con el mismo peso de oxígeno».

Wenzel le daba esta otra forma: «Si se toman dos sales neutras, capaces de reaccionar la una sobre la otra, y si antes la solución es neutra, sigue siéndolo después».

Esto es precisamente la ley de los equivalentes, porque si tenemos dos sales $\begin{matrix} A & B \\ C & D \end{matrix}$ } dan en la reacción dos nuevas sales $\begin{matrix} A. D. \\ C. B. \end{matrix}$ } En esta reacción combinándose *A* con *D*, da, por una parte, una porción *B* de base libre, y por otra parte, una porción *C* de ácido libre. Por consiguiente, para que la neutralización pueda conservarse es preciso que *C* neutralice exactamente á *B*. De aquí se deduce que los ácidos *A* y *C*, que se equivalen en presencia de *B*, se equivalen también en presencia de *D*.

Ley de las proporciones múltiples. — Llámase también ley de Dalton, porque examinando éste las reacciones que se realizan cuando se hace obrar el aire sobre el óxido nítrico en presencia del agua, vió que 1000 cc. de aire absorben unas veces 36 volúmenes de óxido nítrico, y otras 72 volúmenes.

Llamóle la atención este fenómeno y examinó las combinaciones de los cuerpos que se unen en muchas proporciones, observando, por ejemplo, en las combinaciones del carbono con el oxígeno que el óxido de carbono contiene por 6 gramos de carbono, 8 gramos de oxígeno; que el ácido carbónico contiene 6 gramos de carbono por 16 gramos de oxígeno, esto es, el duplo.

Igual observación hizo en los compuestos de nitrógeno y oxígeno. 14 gramos de nitrógeno se combinan con 8 gramos de oxígeno.

14.	. . . . .	con 8	×	2
14.	. . . . .	» 8	×	3
14.	. . . . .	» 8	×	4
14.	. . . . .	» 8	×	5

De aquí dedujo la siguiente ley:

«Cuando dos cuerpos forman entre sí muchas combinaciones, si se toma uno de ellos como unidad, las relaciones ponderales del otro que entra en combinación, son como la serie natural de los números.»

Si, por ejemplo, tomamos 8 de oxígeno como unidad, los pesos de este cuerpo que entran en combinación con 14 gramos de nitrógeno son entre sí como los números 1, 2, 3, 4, 5.

Leyes de Gay-Lussac. — Las leyes de Gay-Lussac se refieren á las combinaciones gaseosas.

«Cuando dos gases se combinan, existe una relación entre los volúmenes de los gases que entran en reacción.»

Un volumen de cloro se combina con un volumen de hidrógeno para el ácido clorhídrico.

Dos volúmenes de hidrógeno se unen á un volumen de oxígeno para dar el agua.

Esta es la primera ley de Gay-Lussac; la segunda se refiere á las relaciones que existen entre el volumen de los gases formados y el volumen de los gases que han estado en reacción.

«Existe una relación simple entre el volumen de los gases que entran en reacción y el volumen de los gases formados.»

Un volumen de cloro y un volumen de oxígeno dan dos volúmenes de ácido clorhídrico.

Dos volúmenes de hidrógeno y un volumen de oxígeno dan dos volúmenes de vapor de agua.

Preparaciones microscópicas. — Cuando los objetos que se han de estudiar en el microscopio son de pequeño volumen, basta con ponerlos sobre la platina del aparato.

Pero sucede con frecuencia que los objetos son demasiado voluminosos, en cuyo caso hay necesidad de fraccionarlos. Para conseguirlo se emplean diferentes procedimientos según la naturaleza del objeto y los propósitos del observador.

Para el estudio de los tejidos orgánicos se emplea generalmente el procedimiento de los cortes que, como ya hemos visto, se obtienen con instrumentos bien cortantes, con la mano sencillamente ó por medio de los microtomos. Cuando se trata de objetos duros se emplea una técnica especial que consiste en tomar un corte más ó menos grueso por medio de la sierra, por ejemplo, adelgazándolo después sobre la muela, sobre la pasta de esmeril ó sobre una piedra de afilar hasta que sea el objeto tan delgado como se quiera.

También se emplea la disociación para separar los elementos, para lo cual se usan agujas finas redondas ó cortantes. Para disociar, por ejemplo, un músculo, se van separando las fibras una á una por medio de la aguja, aislando previamente las partes sobre las cuales se quiera obrar y empleando la lente en caso necesario.

La disociación se puede obtener también por medio del machacamiento en un mortero ó en un molino. Igualmente se emplean con este objeto ciertos reactivos que disuelven ciertas materias de los tejidos.

Se emplea la maceración para hacer visibles ciertas partes después de la destrucción de otras. La maceración se verifica unas veces en el agua y otras en soluciones ácidas ó alcalinas.