

Pétalos de 5 a 8 con los dos superiores en forma de capuchín.

De esta especie se utilizan la raíz y las hojas que contienen alcaloides, la aconitina, isoaconitina, napelina, homonapelina, aconina.

Las preparaciones de acónito tienen propiedades analgésicas.

Lecciones de Física Farmacéutica

Por el profesor Matías González

Polarización — Sacarimetría

Luz Polarizada. — Se dice que la luz está polarizada cuando después de reflejada o refractada se modifica de manera tal que no puede reflejarse o refractarse de nuevo en determinadas condiciones.

La designación de luz polarizada tiene su origen en la antigua teoría de la emisión en la que se suponían a las moléculas con polos del mismo nombre dirigidos en el mismo sentido.

La luz blanca natural puede ser considerada como la rápida sucesión de rayos polarizados rectilíneos cuyo plano de vibración varía en todas direcciones al rededor de la línea de propagación.

Si hacemos variar con rapidez la dirección del plano de vibración de un polarizado rectilíneo obtendremos un rayo luminoso con las mismas propiedades que un rayo de luz natural

Causas. — La luz polarizada es debida a las vibraciones transversales del éter, supuestas orientadas en un solo plano.

No podría considerarse vibraciones longitudinales, es decir, dirigidas como el rayo mismo puesto que, en tal caso, serían idénticas en todo su contorno.

Tampoco pueden considerarse vibraciones oblicuas al rayo luminoso, pues de serlo así cada vibración oblicua, se descompondría forzosamente en dos vibraciones componentes, según la regla del paralelogramo de la velocidad, una transversal que sería perpendicular al rayo y la otra longitudinal que no podría ser extinguida.

No pudiendo entonces la vibración, ser paralela u oblicua al rayo ha de ser perpendicular.

Como consecuencia de la experimentación y del raciocinio se admite entonces que la luz es el resultado de las vibraciones transversales del éter.

En la luz blanca las vibraciones se efectúan al mismo tiempo y en todas direcciones al rededor del rayo.

En la luz que se ha reflejado o refractado en determinadas condiciones o que ha atravesado a un cristal birrefringente las vibraciones transversales están orientadas en una sola dirección y es ese el carácter y causa del rayo polarizado.

Angulo de polarización. — Con este nombre se designa al ángulo formado por el rayo incidente con la normal cuando el rayo reflejado sale completamente polarizado.

El ángulo de polarización del vidrio es, según Brewster de $54^{\circ}35'$, el del diamante $21^{\circ}52'$ y el del cuazo $32^{\circ}38'$.

Malus considera también al ángulo formado por el rayo incidente y la superficie reflejante, así el ángulo del vidrio es $35^{\circ}25'$.

La amplitud del ángulo de polarización varía con la sustancia que se emplea y con la longitud de onda de la luz incidente.

Brewster ha observado que el ángulo de polarización correspondiente a cada sustancia puede determinarse por la ley siguiente: «la tangente del ángulo de polarización es igual al índice de refracción».

$$\operatorname{tang} p = \frac{\operatorname{sen} p}{\operatorname{cos} p} = n = \frac{\operatorname{sen} p}{\operatorname{sen} r p}$$

Y por lo tanto, $\operatorname{cos} p = \operatorname{sen} r p$ que equivale a decir «que el rayo de luz refractado bajo el ángulo de polarización es perpendicular al rayo reflejado». *Medios de obtención* — Puede obtenerse la luz polarizada por tres medios — 1.º por reflexión, 2.º por simple refracción y 3.º por doble refracción.

1.º Por reflexión; es el caso en que se hace llegar a una superficie pulimentada un haz de luz natural con una incidencia igual al ángulo de polarización.

Este hecho fué constatado por primera vez por el fi-

sico francés Malus observando desde su casa la luz reflejada por los cristales del palacio de Luxemburgo.

Por refracción simple. La refracción de un haz de rayos luminosos que atraviesen oblicuamente a una lámina de vidrio transparente produce una polarización parcial del haz de rayos refractados.

Si los rayos luminosos sufren una serie de refracciones a través de varias láminas de vidrio superpuestas (pila de vidrios) el haz de rayos emergentes queda completamente polarizado en un plano perpendicular al plano de incidencia.

Por doble refracción.— Cuando se hace atravesar a la luz por un prisma birrefringente de espato calizo o de Islandia por cada rayo incidente se producen dos rayos emergentes, uno llamado rayo *ordinario* y el otro rayo *extraordinario*.

El rayo ordinario sigue las leyes de la refracción mientras que el rayo extraordinario no las sigue como puede comprobarse por la experiencia llamada de los *nicoles* cruzados debida a la observación de Bartholin ampliada por Huygens.

Esta propiedad conocida con el nombre de doble refracción y en la que aparece duplicada la imágen del cuerpo luminoso la poseen todos los cristales que no pertenecen al sistema cúbico.

Designaré con el nombre de ejes ópticos, a las direcciones según las cuales la refracción es simple.

Los cristales del sistema romboédrico y del prisma recto de base cuadrada presentan un solo eje óptico que coincide con el eje cristalografico.

Lamaré *sección principal* del cristal a todo plano que pasando por el eje es perpendicular a unas de las caras del cristal.

A los sistemas indicados pertenecen el espato de Islandia, la turmalina y el cuarzo.

Los cristales pertenecientes a los otros sistemas cristalograficos presentan *dos ejes*.

Como los rayos luminosos al salir de un cristal birrefringente están polarizados en planos perpendiculares fácilmente pueden aislarse y son los empleados en los aparatos de polarización.

sico francés Malus observando desde su casa la luz reflejada por los cristales del palacio de Luxemburgo.

Por refracción simple. La refracción de un haz de rayos luminosos que atraviesen oblicuamente a una lámina de vidrio transparente produce una polarización parcial del haz de rayos refractados.

Si los rayos luminosos sufren una serie de refracciones a través de varias láminas de vidrio superpuestas (pila de vidrios) el haz de rayos emergentes queda completamente polarizado en un plano perpendicular al plano de incidencia.

Por doble refracción. — Cuando se hace atravesar a la luz por un prisma birrefringente de espato calizo o de Islandia por cada rayo incidente se producen dos rayos emergentes, uno llamado rayo *ordinario* y el otro rayo *extraordinario*.

El rayo ordinario sigue las leyes de la refracción mientras que el rayo extraordinario no las sigue como puede comprobarse por la experiencia llamada de los *nicos* cruzados debida a la observación de Bartholin ampliada por Huygens.

Esta propiedad conocida con el nombre de doble refracción y en la que aparece duplicada la imagen del cuerpo luminoso la poseen todos los cristales que no pertenecen al sistema cúbico.

Designaré con el nombre de ejes ópticos, a las direcciones según las cuales la refracción es simple.

Los cristales del sistema romboédrico y del prisma recto de base cuadrada presentan un solo eje óptico que coincide con el eje cristalografico.

Llamaré *sección principal* del cristal a todo plano que pasando por el eje es perpendicular a unas de las caras del cristal.

A los sistemas indicados pertenecen el espato de Islandia, la turmalina y el cuarzo.

Los cristales pertenecientes a los otros sistemas cristalográficos presentan *dos ejes*.

Como los rayos luminosos al salir de un cristal birrefringente están polarizados en planos perpendiculares fácilmente pueden aislarse y son los empleados en los aparatos de polarización.

El rayo ordinario y el rayo extraordinario tienen un índice de refracción distinto y distinto también para cada radiación en algunos cristales el índice de refracción del rayo extraordinario es mayor que el índice de refracción del rayo ordinario, Fresnel llamó a estos cristales *positivos* y *negativos* a aquellos en que el índice de refracción del rayo ordinario es mayor que el índice de refracción del rayo extraordinario.

El espató de Islandia, la turmalina, el záfiro, la esmeralda, el rubí, la mica, el prusiato de potasio y el fosfato de cal son negativos.

El cuarzo y el circonio, son positivos.

Fresnel para explicar la doble refracción propuso una teoría según la cual supone que en cada cristal hay un elipsoide de tres ejes desiguales que se cortan en un punto central O, que presenta las características siguientes: suponiendo que OP sea una de las direcciones según la cual se trasmite la luz en el cristal; y suponiendo que cortamos al elipsoide por un plano normal a esta dirección OP, la intersección sería una elipse cuyos ejes serán OM y ON. Por experiencia sabemos que cuando la luz atraviesa el cristal según OP solo se transmiten las vibraciones luminosas que están dirigidas según OM o según ON, vibraciones de velocidad diferente puesto que la vibración paralela a OM, se remueve con una velocidad proporcional a $\frac{1}{OM}$ y la paralela a ON con una velocidad proporcional a $\frac{1}{ON}$ por cuya razón éste elipsoide teórico se llama *elipsoide optico inverso*.

De lo expuesto resultará que cuando un rayo luminoso atraviese un medio cristalino tal, se descompondrán en dos rayos de vibraciones rectangulares entre si o lo que es lo mismo que están polarizados en planos perpendiculares y como tienen diferente velocidad de propagación seguirán distinta dirección y si el espesor del cristal es suficiente saldrán separados y paralelos a la dirección del rayo incidente.

Estas consideraciones teóricas unidas a las de simetría de los cristales permiten deducir que cada eje binario de simetría de un cristal ha de coincidir con un eje del elipsoide y de ello se deduce que teniendo los cristales del sistema cúbico seis ejes iguales de simetría, como un elip-

soide solo tiene tres ejes, el elipsoide óptico inverso de los cristales cúbicos ha de ser una esfera necesariamente y en la cual todas las direcciones tienen iguales propiedades ópticas propagándose las vibraciones en todos sentidos como en los medios amorfos siendo por lo tanto cristales *monorefringentes*.

En los cristales del sistema romboédrico hay dos ejes binarios en un mismo plano perpendicular al eje principal coincidiendo, cada uno de ellos, con un eje del elipsoide o lo que sería igual con un eje de la elipse perpendicular al eje principal. Como esta elipse no puede tener más de dos ejes, forzosamente tiene que ser un círculo y por consiguiente, el elipsoide óptico de esos cristales es de revolución alrededor del eje principal de simetría. Todo rayo al penetrar en el cristal y siempre que siga una dirección paralela a este eje se propagara sin desdoblarse puesto que el éter está uniformemente repartido a su alrededor como en un medio homogéneo, resultando así un cristal unirrefringente según la dirección del eje principal. En otra dirección cualquiera, el plano perpendicular a ella que corta el elipsoide es una elipse por lo tanto el rayo se bifurcará, estando ésta bifurcación en razón directa del ángulo que forme con el eje óptico, hasta llegar al máximo que será cuando son perpendiculares.

En el espato de Islandia el eje máximo del elipsoide es el eje de revolución siendo el cristal negativo.

Llamasé cristales positivos a aquellos como en el cuarzo, en los que el eje de revolución es el eje mínimo.

Los cristales del sistema rómbico y clinorrombico tienen uno o tres ejes binarios de simetría que coinciden con los ejes del elipsoide que no son de revolución. Estos elipsoides tienen dos planos que le cortan dando círculos cuyo radio es igual al eje medio siendo perpendiculares respectivamente, a los ejes máximo y mínimo. Los rayos luminosos al penetrar en el cristal según la dirección de estos últimos ejes se encuentran con un medio homogéneo alrededor del eje propagándose sin dividirse como en un medio monorrefringente, por esto es que los cristales llamados biaxiscos tienen dos direcciones en que son unirrefringentes siendo en las otras birrefringentes.

Expresada, así, a grandes rasgos, la doble refracción-enunciaremos las cualidades ópticas del espato de Islandia para enumerar los distintos prismas empleados en polarización y sacarimetría.

El espato de Islandia es un romboedro de $105^{\circ}5'$ cuyos ángulos obtusos de las caras son de $101^{\circ}55'$ y los agudos de $78^{\circ}5'$.

Los dos ángulos sólidos culminantes conetan de tres ángulos planos obtusos, iguales y los seis ángulos sólidos laterales restantes están formados cada uno por un ángulo obtuso y dos agudos.

La línea que une a los dos ángulos obtusos culminantes es el eje principal cristalográfico y según esta dirección la refracción es simple.

El espato de Islandia es un cristal negativo cuyo índice ordinario es n 1,654 y cuyo índice ordinario es n 1,483.

La polarización del rayo ordinario tiene lugar en el plano de la sección principal y la del rayo extraordinario en un plano perpendicular a esta sección como ya se ha explicado.

Como polarizador o analizador puede servir todo romboedro de espato de Islandia colocado de manera que pueda interceptarse uno de los rayos por medio de un diafragma, pero como este procedimiento exige cristales de alguna magnitud, cosa que no es fácil proporcionarse se sustituye con ventaja por los prismas entre los cuales enunciaremos el prisma birrefringente, el prisma de Nicol, el prisma de Foucault.

PRISMA BIRREFRINGENTE o prisma de espato acromatizado.

Está constituido por dos prismas triangulares rectangulares, uno de espato de Islandia tallado de manera tal que sus aristas sean paralelas al eje óptico y el otro de *crown glass* con un índice medio lo más cercano posible al índice mínimo del rayo extraordinario (según Malus N.º 1.48) del espato.

Estos prismas están contenidos en una armadura metálica ennegrecida en el interior.

Todo rayo luminoso al caer normalmente sobre una de las caras del prisma de crown penetra sin refractarse hasta encontrar la cara de separación de los dos prismas pasa al segundo prisma de espato donde se bifurca, pero

como el índice del rayo extraordinario es casi el mismo en el crown y en el espato lo atraviesa sin desviación saliendo por un plano perpendicular a las aristas del prisma.

El rayo ordinario separándose de la normal sale divergente y es absorbido por la superficie ennegrecida porque su índice es mayor en el espato que en el vidrio.

Prisma de Nicol. — Para construirle, se toma un romboedro de espato de Islandia de 20 a 30 milímetros de largo por 8 a 9 de ancho y se escinde en dos siguiendo un plano perpendicular al plano de las grandes diagonales de las bases y pasando por las cumbres obtusas más cercanas; luego se unen las dos mitades, igualmente orientadas, con bálsamo del Canadá. El paralelepipedo resultante constituye el llamado prisma Nicol.

Como el índice de refracción del bálsamo de Canadá es más pequeño que el índice ordinario del espato de Islandia pero más grande que su índice extraordinario, resulta que cuando un rayo luminoso penetra en el prisma el rayo ordinario sufre, sobre la cara de unión, la reflexión total mientras que el rayo extraordinario sigue en dirección horizontal.

Prisma de Foucault. — Este prisma es una modificación del Nicol que consiste simplemente en reemplazar la capa de bálsamo del Canadá por una capa de aire.

Paralización cromática y circular y elíptica. — Si colocamos dos nicoles de manera que sus secciones sean perpendiculares y observamos a través del analizador no notaremos luz transmitida, pero si interponemos una lámina birrefringente observaremos una serie de colores brillantes que constituyen la llamada polarización cromática cuya causa es debida a la polarización elíptica o circular.

La polarización cromática varía según que el haz de rayos luminosos esté formado por rayos paralelos o por rayos convergentes.

Luz paralela. — Colocando entre dos nicoles, cuyas secciones principales coinciden, a una lámina birrefringente delgada, podremos observar una luz coloreada con un tinte que variará con el espesor y la refringencia de la lámina.

A espesor constante, para un mismo cuerpo, el color es uniforme pero al variar el espesor varía también el color.

Estas coloraciones que se observan pueden explicarse porque el haz de luz que ha atravesado al polarizador se divide en dos rayos uno de los cuales viene retrasado en algunas semilongitudes de onda con relación al otro y como los dos rayos vibran en planos paralelos al salir del analizador pueden interferir y anular el color cuya longitud de onda corresponda al retardo producido por la lámina.

Luz convergente. — Si en vez de hacer llegar a la lámina un haz luminoso procedente del infinito, interponemos entre el polarizador y la lámina uno o varios lentes convergentes de manera que obtengamos un haz cónico de luz al colocar la lámina de un cristal *unieje*, tallada de manera que sus caras sean perpendiculares al eje óptico, veremos una serie de anillos circulares, concéntricos y coloreados atravesados por una cruz negra en el caso que el analizador y el polarizador estén cruzados y una cruz blanca cuando el analizador y polarizador son paralelos apareciendo el anillo central blanco en el primer caso y negro en el segundo.

Cuando la lámina que se interpone es de un cristal *bieje* los anillos son ovales, deprimidos formando una especie de curva plana en figura de ocho (*lemniscata*) atravesadas con una cruz blanca con dos ramas hiperbólicas cuando el plano de los ejes gira 45° .

Polarización rotatoria. — La polarización rotatoria fué descubierta por Arago y estudiada por Biot consiste en la particularidad que poseen algunas sustancias llamadas activas que hacen desviar o girar al plano de polarización de un rayo polarizado rectilíneo.

Así si entre un polarizador y analizador colocados de manera que no haya luz transmitida para el observador colocamos una lámina de cuarzo tallada perpendicularmente al eje, la luz reaparece y para extinguirla de nuevo será necesario hacer girar al analizador cierto número de grados que nos indican la amplitud angular que ha girado el plano de polarización.

Al principio este fenómeno se observó solamente en el cuarzo expresando que tenía un poder especial exclusivo llamado *poder rotativo*, pero más adelante observasé la misma particularidad en diversos sólidos, cinabrio, clorato y bromato sódicos, y en algunas sustancias orgánicas sólidas

y líquidas, en la mayor parte de las esencias, como en las de naranja, limón, trementina, etc.; en las disoluciones de ácido tártrico y de los tártratos; en diversos azúcares, dextrina y en las sales de varios alcaloides.

Algunas sustancias activas desvian el plano de polarización hacia la derecha, en el sentido del movimiento de las agujas del reloj, y se llaman *dextrogiras* y otras desvian al plano de polarización en sentido contrario o sea hacia la izquierda por eso se llama *levogiras*.

En general la desviación dextrogira se representa con el signo + y a la desviación levógira con el signo —

El poder rotativo ha sido estudiado con detención en algunas sustancias amorfas y en otras que cristalizan en el sistema cúbico.

Algunos, muy raros, cristales de un eje y en la dirección de él, tienen poder rotatorio lo que hace suponer que no puede existir la birrefringencia simultaneamente con dicho poder.

Teóricamente se distingue el poder rotatorio molecular propio de la sustancia y que ésta conserva aunque pase al estado amorfo o de disolución del poder rotatorio debida a las moléculas agrupadas para formar el cristal.

Podemos citar algunos casos relativos a esta diferenciación.

El clorato de sodio al disolverse y el cuarzo al fundirse pierden su poder rotativo.

El ácido tártrico cristalizado no desvia el plano de polarización pero fundido o amorfo tiene poder rotatorio. La solución de los cristales es activa a la luz polarizada. Con esto se demostraría que el poder rotatorio de esa sustancia es inherente a la molécula y que se anularía por la cristalización.

Si se hace cristalizar, por evaporación, una solución inactiva de clorato de sodio, los cristales son activos, unos levógiros, otros dextrogiros. Si se vuelven a disolver separadamente obtenemos soluciones inactivas lo que nos indicará que la rotación es causada por la disposición de las moléculas en el cristal y no inherente a la molécula misma.

El sulfato de strignina cristaliza en prismas rectos de base cuadrada con 13 moléculas de agua de cristalización

disolución, cuando se conoce su poder rotatorio y se mide el ángulo de desviación para una longitud dada de columna líquida.

Al expresar el poder rotatorio siempre se coloca como exponente la letra que exprese la vibración a que se refiere o mejor la raya de Fraunhofer correspondiente puesto que el poder rotatorio varía con las longitudes de onda siendo tanto mayor, cuanto más refrangibles son los rayos.

Biot observó que en el cuarzo la rotación está en razón inversa del cuadrado de la longitud de onda.

El poder rotatorio varía con la disolución y con los disolventes aumentando o disminuyendo y hasta cambiando de signo como en algunos alcaloides; varía también con la temperatura como lo ha observado Gernez.

Dispersión rotatoria

Dada la distinta rotación, que para un mismo cuerpo, sufren los rayos luminosos según su longitud de onda sucede que cuando una sustancia activa es atravesada por un rayo de luz blanca polarizada rectilineamente, cada vibración se separa formando ángulo distinto, fenómeno que Biot llamó dispersión rotativa.

Poder dispersivo

Entiéndese por poder dispersivo de una sustancia activa a la relación existente entre su poder rotatorio para los rayos rojos y los amarillos medios.

$$\frac{A^r}{A^a}$$

Variando esta relación para cada cuerpo.

Aparatos de polarización

Para la determinación del poder específico molecular, del poder rotatorio o para la dosificación de sustancias ópticamente activas se emplean los aparatos llamados *polarímetros* y *sacarímetros*.

Con los polarímetros se mide la amplitud del ángulo de polarización mediante los cambios angulares de un prisma de nicol llamado el analizador.

Con el sacarímetro se aprecia la acción de la sustancia activa oponiéndole otra sustancia también activa de rotación contraria pero que tenga la mismo ley de dispersión, es decir, que las acciones rotatorias se *compensan* y vuelven las vibraciones al plano primitivo.

Entre los polsrimetros citaremos el de Biot que ha sufrido algunas modificaciones en su tipo primitivo.

Polarímetro de Biot

Consta, esencialmente, de un prima polarizador delante del cual se orienta una luz monocromática; un tubo de polarización, tubo de vidrio con sus extremos cerrados por láminas de vidrio de caras paralelas y cuya longitud puede ser de 1, 2, 3, 4 y 5 decímetros; un segundo prisma unido a un círculo graduado y que por sus cambios angulares hace apreciar la desviación del plano de polarización por cuyo motivo se le llama prisma analizador y finalmente de un anteojo o luneta de Galileo para facilitar las observaciones.

Cuando las secciones principales de los espátos son paralelas se percibe, observando con la luneta de Galileo, la imagen de la mira luminosa, que recibe el nombre de *imagen ordinaria* y haciendo girar sobre sí mismo el analizador en un plano perpendicular al eje del aparato se observa otra imagen que gira simétricamente alrededor de la primera y que se llama *imagen extraordinaria*.

Bartholin y Huygens estudiaron detalladamente la intensidad de ambas imágenes constatando que su brillo varía progresivamente a medida que el ángulo de las dos secciones toma mayor amplitud. Así de 0° hasta 90° la imagen extraordinaria adquiere cada vez más brillo, mientras que la imagen ordinaria le pierde gradualmente. A 45° las dos imágenes tienen la misma intensidad. De 90° a 180° se representa un fenómeno análogo pero en orden inverso.

Para practicar una lectura con este polarímetro se empieza por colocar a unos 15 centímetros del nicol polarizador una luz blanca y estando vacío el tubo de polarización se observa que imagen se produce cuando se hace coincidir el cero de la alidada con el cero del círculo graduado. Si aparecen las dos imágenes se modifica la posi-

ción del analizador hasta que se extinga la imagen extraordinaria

Se comprueba girando la alidada a todo el círculo graduado y que la extinción de la imagen ordinaria tiene lugar a los 90° y 270° y que la de la extraordinaria se verifica en 0° y 180° .

Se llena el tubo con el líquido activo teniendo la precaución de que no quede interpuesta ninguna burbuja de aire y se coloca entre el polarizador y analizador.

Observasé por la luneta de Galileo el efecto que produjo la interposición del líquido activo y si nada ha cambiado indica que la sustancia es inactiva pero si aparecen ambas imágenes teñidas de colores distintos es porqué la sustancia posee poder rotatorio. Entonces se gira el analizador hasta que aparezca en la imagen extraordinaria la tinta sensible y se anota el ángulo recorrido.

Se gira de nuevo al analizador para saber que color aparece después de la tinta sensible, si es el azul es porqué la sustancia es levogira si es el rojo es porqué es dextro-gira.

Conocido el ángulo o la amplitud del ángulo de polarización y por la aplicación de las fórmulas ya enunciadas hallamos el poder rotatorio molecular.

Polaristrobómetro de Wild.

Consta esencialmente, este polarímetro de un prisma de Nicol polarizador y analizador a la vez, merced a los cambios angulares a que está sujeto puesto que vá unido a un círculo graduado en grados de arco, 360 para los segesimales y 400 para los centesimales.

Este prisma está colocado detrás de un diafragma que se orienta hácia una luz que puede ser monocromática.

La luz después de atravesar al prisma polarizador sigue al tubo de polarización y de allí a un polariscopio de Savart, para luego encontrar un segundo prisma fijo que completa la polarización. Además, el aparato lleva una luneta de observación de Galileo con dos retículos cruzados en forma de X.

El polariscopio de Savart que está destinado a producir bandas o franjas de interferencias, está constituido por dos láminas de cuarzo de 20 mm. de espesor, talladas bajo

un ángulo de 45° , según el eje óptico del cristal y cruzadas en ángulo recto.

Este doble cuarzo forma con el analizador, el polariscopio completo.

Si cuando la sección del analizador es paralela a la bisectriz del ángulo que forman las secciones de los cuarzos, hacemos caer un haz de rayos luminosos polarizados por el otro nicol, aparecerán una serie de franjas rectilíneas y paralelas a la sección principal del analizador que desaparecerán cuando las secciones principales del analizador y del polarizador estén paralelas o cruzadas en ángulo recto y que aparecerán en su mayor intensidad cuando formen entre sí un ángulo de 45° .

El cero de la graduación tiene que corresponderse a la desaparición de las franjas, cosa que se repite cuatro veces de 90° en 90° .

Para practicar una lectura con este instrumento, se empieza por llevarle al cero para lo cual por medio de un piñón lateral que hay paralelo al eje del aparato, se orienta al prisma hasta que coincida el cero del círculo graduado con una señal o graduación de partida que haciendo nonio existe al lado del disco graduado.

En este estado de cosas, no deben aparecer las bandas o franjas de interferencias.

Colocando ahora, una sustancia ópticamente activa tiene lugar la aparición de las bandas que serán alternativamente oscuras y brillantes con la luz monocromática y de colores con la luz blanca. Haciendo girar nuevamente al primero, llegará un momento en que las franjas han desaparecido; entonces, se lee en el círculo graduado con auxilio de un microscopio simple que también corre paralelo al aparato.

El grado leído expresa la amplitud del ángulo de polarización.

En algunos casos, debido a la coloración de los líquidos, no puede hacerse desaparecer completamente las bandas o franjas, contentándose con que desaparezcan las bandas centrales.

Con los polarímetros podemos determinar:

1.º El poder rotatorio molecular de un líquido activo

2.º El poder rotatorio de una sustancia activa en disolución.

3.º El *porcentaje* de una sustancia activa en disolución.

Para determinar el poder rotativo molecular de un líquido activo, llenamos un tubo de polarización de 2 decímetros, teniendo cuidado de no dejar interpuesta ninguna burbuja de aire y medimos la amplitud del ángulo de polarización en la forma ya indicada y establecemos la fórmula conocida. Para mayor claridad transcribimos el ejemplo de Sigalas: La esencia de trementina cuya densidad es 0,870 y cuya amplitud angular para un tubo de 2 decímetros observada a la luz monocromática del sodio 69°30'

$$A^D = \frac{69^{\circ}50}{2 \times 0.87} = 39^{\circ}94$$

Para la determinación del poder rotativo de una sustancia activa en disolución, aplicamos la fórmula citada antes y para mayor aclaración citamos aquí el mismo ejemplo de Sigalas.

Para determinar el poder rotatorio molecular de la lactosa se hace una solución que contenga 20 gramos de esta en 100 cc. de agua destilada y se observa en un tubo de 2 decímetros practicando la lectura del ángulo de desviación que supongamos sea 20.º8

$$A^D = \frac{20^{\circ},8 \times 100}{2 \times 20} = 52^{\circ}$$

Para determinar el porcentaje de una sustancia activa en disolución (la sacarosa por ejemplo) llenamos un tubo de polarización de 2 decímetros con las precauciones indicadas y observamos en el polarímetro la amplitud del ángulo de desviación y conociendo la equivalencia numérica de los grados sacarimétricos con los polarimétricos tendremos por una operación simple el título de la solución observada.

Sacarímetro de Soleil.

Este aparato sirve para la dosificación de los azúcares contenidos en un líquido, basándose esta medida en el principio ya enunciado de la compensación.

Consta este aparato de un prisma de nicol que actúa como *polarizador*; de una placa *bicuarzo* o placa de dos rotaciones; del tubo de polarización, del *compensador*; del analizador; del *productor* de tintas sensibles y de una luneta de observación.

El polarizador es un nicol colocado de manera tal que orienta según el eje del aparato al rayo extraordinario— que al salir del prisma encuentra a la lámina bicuarzo o de dos rotaciones.

Esta placa está compuesta por dos láminas de cuarzo del mismo espesor, de rotación contraria unidas por su línea diametral, disposición que permite poseer el medio más delicado para llevar al 0° al analizador del sacarímetro, es decir, a su posición de extinción.

Las placas de cuarzo tienen un espesor fijo 7.5 mm. y como un milímetro de cuarzo hace girar a la vibración amarilla media 24°, una placa de 7.5 mm. hará girar a la misma vibración $24^\circ \times 7.5 = 180^\circ$.

180° y 0° es el todo en los movimientos de orientación de un analizador puesto que los dos azimudes están diametralmente opuestos en un círculo.

Suponiendo que el prisma analizador tenga la posición de extinción para la luz blanca, si el bicuarzo se halla interpuesto, la radiación amarilla será extinguida por los dos cuarzos y la imagen aparecerá coloreada con un tinte complementario del amarillo. Cualquier cambio angular del nicol por pequeño que sea hace desaparecer a esta tinta sensible.

Tubos de polarización.

Son simples tubos cilíndricos de cristal o de metal cerrados en sus extremos por placas de vidrio de caras paralelas y cuyas longitudes pueden ser de 1, 2, 3, 4 y 5 decímetros.

Hay también tubos de 22 centímetros de longitud para las soluciones que han necesitado ser decoloradas para su observación y tubos que tienen un agujero lateral o abductor para colocar el termómetro cuando se observan líquidos con sustancias a las que se han hecho sufrir la inversión.

(Continuará).

Caracteres de los productos feculentos

Granos ovales, piriformes o reniformes	Hilo redondeado Colocado en el prolongamiento del grano. Colocado en la extremidad atenuada	Colocado en el prolongamiento del grano. Colocado en la extremidad atenuada	Cúrcuma
			Fécula de papas
Granos discoides o lenticulares aplanados	Hilo puntiforme Hilo muy grueso y dilatado. Hilo mayor aún, granos aglomerados por el calor. Hilo estrellado o hendido	Hilo puntiforme Hilo muy grueso y dilatado. Hilo mayor aún, granos aglomerados por el calor. Hilo estrellado o hendido	Arrow root
			Mandioca
			Tapioca
			Sagú
Granos poliédricos	Hilo alargado, a veces ramificado en las extremidades Bordes circulares regulares, granos hendidos por rotura	Hilo alargado, a veces ramificado en las extremidades En la periferia	Leguminosas
			Trigo
Granos discoides o lenticulares aplanados	Bordes ligeramente sinuosos, granos generalmente un poco más pequeños que los del trigo Generalmente aislados	En el centro en forma de estrellas, granos algo más gruesos que los del trigo. Muy voluminosos comparados con los de arroz, 20 a 30 q. hilo visible	Centeno
			Cebada
Granos poliédricos	Agrupados En pequeñas masas más o menos voluminosas esféricas u ovoides, granos aislados del tamaño de 8 a 16 h.	5 ó 6 veces más pequeños que los anteriores, 4 a 6 q. En pequeñas masas más o menos voluminosas esféricas u ovoides, granos aislados del tamaño de 8 a 16 h.	Maiz
			Arroz
			Avena