

Propiedades Ópticas de los Vidrios

Antes de comenzar a enumerar las propiedades ópticas, examinaremos los caracteres esenciales de la luz y su modo de propagación en el vidrio.

La luz es un fenómeno periódico, es decir el rayo luminoso se produce idéntico al cabo de un cierto tiempo (T) llamado periodo.

Se llama frecuencia al número de periodos comprendidos en la unidad de tiempo y la longitud de onda, el espacio recorrido durante un periodo.

La experiencia demuestra que la velocidad de la radiación luminosa varía según el medio que recorre. Se define longitud de onda en relación a la velocidad de la luz en el vacío.

La velocidad de propagación, siendo uno de los factores de la longitud de onda, influye sobre su valor.

$$\lambda = v T = \frac{v}{N}$$

λ = Longitud de onda
 v = Velocidad de la luz
 T = periodo
 N = frecuencia

La luz blanca tal como se presenta casi siempre, procedente del sol ó de fuentes luminosas, es compleja. Efectivamente si se hace caer un rayo de luz blanca sobre un prisma, se observa a la salida, su descomposición en una serie de bandas de colores que forman el espectro, cada color tiene una longitud de onda.

Las longitudes de onda luminosas son extremadamente finas, se las evalúa en micrones, es decir en milésimas de milímetro (μ). También se las evalúa en Ángstrom (A) que es $10E-4$ micrones.

Las radiaciones están divididas en radiaciones visibles y radiaciones invisibles.



Reflexión - Refracción

La cantidad de luz incidente que se refleja en la superficie de un vidrio depende de varios factores: la frecuencia de la radiación, el ángulo de incidencia, el índice de refracción del vidrio y la condición superficial.

La luz que incide fuera de la banda de absorción, la proporción de luz reflejada está dada por:

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

En donde (n) es el índice de refracción del vidrio, para los vidrios de cal su valor es de 1,52 y R es 0,043 ó sea un 4,3% de la luz incidente. Esta pérdida sucede en las dos caras del vidrio representa un total de 8,6%.

Si la luz pasa a través de un sistema de varias lentes, por ejemplo cinco lentes, en cada una de ellas se transmite solamente 91,4% del total de la luz. La cantidad total transmitida es 0,914 a la 5 y nos da 0,637 y la pérdida por reflexión total será 100% - 63,7% = 36,3%. Sin embargo no acaban aquí las pérdidas, pues hasta un 5% del 63,7 que pasa, puede ser reflejado en otras superficies.

En 1892 Taylor descubrió que en una lente de una cámara fotográfica que se encontraba empañada dejaba pasar más luz que una lente perfectamente limpia.

Así se empezaron a desarrollar métodos para tratar químicamente las superficies del vidrio y disminuir así las pérdidas por reflexión. Todos estos métodos se basan en la interferencia de los rayos de la luz y consisten en aplicar una fina película transparente y con bajo índice de refracción, este debe ser igual a la raíz cuadrada del índice de refracción de la lente a tratar y su espesor de $\frac{1}{4}$ de longitud de onda de la luz incidente. El primer requisito es bastante difícil de cumplir, pero el segundo es de vital importancia, aunque solo pueda cumplirse para una longitud de onda, las primeras capas eran de ácido aráquico y araquidato de cadmio, más adelante se empezó a deposita fluoruro de magnesio.

Una ley fundamental de la reflexión en los materiales pulimentados es que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Cuando un rayo luminoso llega

oblicuamente del aire al vidrio, se quiebra en la superficie de separación de los dos medios y se acerca a la normal, la relación que existe entre los ángulos de incidencia y de refracción, es constante para un mismo vidrio y define el índice de refracción.

Cuando se considera las velocidades de la luz en los dos medios aire-vidrio, se encuentra que el índice del vidrio en relación al aire es precisamente igual a la relación de la velocidad en el aire a la velocidad en el vidrio.

Este número expresa la relación entre las velocidades de la luz en el vacío y en el medio en cuestión. El índice de refracción expresa el hecho de que un rayo de luz que ingresa a un vidrio con un determinado ángulo, al pasar por el medio más denso lo haga con un ángulo menor al de incidencia.

$$n = \frac{V_0}{V_1} \quad n = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r}$$

Índice de refracción

Dispersión

Las siete radiaciones monocromáticas del espectro visible, aunque tengan diferentes longitudes de onda se propagan en el vacío con la misma velocidad y lo mismo sucede para la propagación en el aire y el resultado es la luz blanca.

En un medio denso como el vidrio, el color de mayor longitud de onda es el rojo y se propaga más rápido, mientras que el de menor longitud de onda y menor velocidad de propagación es el violeta.

El índice de refracción varía con la longitud de onda de la luz incidente, se lo representa con la (n) seguida de un subíndice que indica la longitud de onda en el vacío a 15°C, n_d indica el índice de refracción de la luz amarilla de la raya del sodio cuya longitud de onda es 5893 amstrong. ($1\text{A}=1 \times 10^{-10}$)

La dispersión es un fenómeno que pone de manifiesto que el índice de refracción depende de la longitud de onda. La diferencia de los índices de refracción de un vidrio determinado para dos longitudes de onda diferentes se llama dispersión entre esas dos longitudes de onda.

$$d = \frac{nf - nc}{nd - 1}$$

dispersión

En óptica sin embargo se utiliza habitualmente su valor inverso, que se denomina número de abbe, ya que es mucho más fácil de manejar, los valores elevados indican menor dispersión y son los más deseables en las lentes oftálmicas. Habitualmente se establece una clasificación en dos grupos de vidrios según el número de abbe, vidrios Crown número de abbe iguales mayores de 50, estos son vidrios duros y los vidrios Flint, que son vidrios más blandos con número de abbe igual menores de 50.

$$vd = \frac{nd - 1}{nf - nc}$$

número de abbe

Efecto de la composición

El índice de refracción para la luz de la raya del sodio puede calcularse partiendo de la composición de los vidrios empleando una proporcionalidad aditiva. Los vidrios ópticos multicomponentes son menos dispersivos que otras sustancias, esto se debe en gran parte al efecto de la sílice.

Hasta la época las únicas sustancias empleadas en la fabricación de vidrios ópticos son la sílice, los álcalis, la cal y el plomo. Como consecuencia de la uniformidad de sus constituyentes, estos vidrios se pueden agrupar en una simple serie, en la cual desde el Crown más ligero hasta el Flint más denso, la dispersión siempre aumenta al aumentar el índice de refracción.

En los vidrios de la casa Schott y Abbe encontraron que al agregarle ácido bórico a un vidrio de cal hacia que bajara la dispersión y a su vez incrementara el índice de refracción del vidrio Crown, y que la fluorina alarga el extremo azul del espectro con relación al rojo y que a su vez disminuye la dispersión en la región media del espectro.

Existen una gama de vidrios que con el agregado de principalmente titanio, tántalo y lantano consiguen obtener índices de refracción elevados con dispersiones relativamente bajas.

Efectos de las tensiones

Los vidrios que son recocidos y homogéneos son isótropos (propiedades idénticas en toda su masa) conducen el calor y la electricidad en todas las direcciones y su índice de refracción es el mismo en toda su masa.

Sin embargo cuando una pieza de vidrio se fuerza sin uniformidad, como al enfriarse con demasiada rapidez, tiene un índice de refracción, para la luz que vibra en la dirección del esfuerzo que es completamente diferente al índice para la luz que vibra en ángulo recto con aquella dirección. Por lo que el vidrio se ha transformado en birrefringente, la diferencia entre los dos índices es el valor de birrefringencia (B) y es proporcional a la intensidad de la tensión y por lo general negativa.

La birrefringencia o doble refracción es una propiedad de ciertos cuerpos, de desdoblar un rayo de luz incidente en dos rayos linealmente polarizados de manera perpendicular entre sí como si el material tuviera dos índices de refracción distintos.

La primera de las dos direcciones sigue las leyes normales de la refracción y se llama rayo ordinario; la otra tiene una velocidad y un índice de refracción variables y se llama rayo extraordinario. Ambas ondas están polarizadas perpendicularmente entre sí. Este fenómeno sólo puede ocurrir si la estructura del material es anisótropa. Si el material tiene un solo eje de anisotropía, (es decir es uniaxial), la birrefringencia puede describirse asignando dos índices de refracción diferentes al material para las distintas polarizaciones.

La birrefringencia está cuantificada por la relación:

$$\Delta n = n_e - n_o$$

Donde n_o y n_e son los índices de refracción para las polarizaciones perpendicular (rayo ordinario) y paralela al eje de anisotropía (rayo extraordinario), respectivamente.

Este fenómeno es la base del método corrientemente utilizado para denotar y medir las tensiones en el vidrio. La birrefringencia es una diferencia de velocidades, multiplicada por el espesor, es igual al desfasaje óptico.

Absorción y Transmisión

Todas las sustancias muestran cierto grado de reflexión y absorción selectivas, algunas absorben todos los colores visibles en absoluto y aparecen negras, otras reflejan todos los colores y aparecen blancas, mientras que una sustancia roja mirada con luz blanca, reflejan este color y absorben el resto por lo que se ve de color rojo, si la miramos con luz verde se verá negra, ya que la luz verde no tiene rojo para reflejar.

Cuando la absorción de luz está distribuida de manera uniforme en todo el espectro y es pequeña, el vidrio aparece incoloro si la absorción uniforme es mayor el vidrio toma un tinte grisáceo.

Cuando la absorción es significativamente mayor para un color, la luz transmitida aparece del color complementario y depende del espesor de la muestra.

Los vidrios ópticos están exentos de hierro y otras impurezas y transmiten el 99% de la luz del espectro visible, los vidrios comunes pueden transmitir de 85 a 95% según su calidad.

Protección frente a las radiaciones

Radiaciones nocivas para el ojo

Existen múltiples radiaciones que pueden resultar nocivas para el ser humano, la radiación natural procedente del sol, se denomina radiación electromagnética ya que está constituida por un campo eléctrico y un campo magnético que vibran perpendicularmente entre si y perpendicularmente a la dirección de propagación.

Las radiaciones denominadas no ionizantes, son las que tienen efecto más directo sobre el ser humano y en concreto sobre su globo ocular.

La radiación solar no ionizante está constituida por la radiación ultravioleta que comprende las longitudes de onda, entre 180nm y 380 nm, la radiación visible entre los 380 nm y los 780 nm y la del infrarrojo entre 780 nm y 900 nm.

Las radiaciones ultravioletas están divididas en tres zonas:

- UVC ó lejanos que comprenden las longitudes entre 180 nm y 280 nm.
- UVB ó medios cuya longitudes van desde 280 nm a 315 nm.
- UVA ó cercanos que comprenden longitudes entre los 315 nm y 380 nm.

Estas radiaciones son emitidas en grandes cantidades por el sol, y aunque gran parte son filtradas por la atmósfera, es conveniente protegerse de ellas para evitar futuras lesiones oculares.

El sol emite una elevada proporción de radiación infrarroja, alrededor de 60%, una gran cantidad es absorbida por el dióxido de carbono y el vapor de agua de la atmósfera.

Tanto la piel como los ojos del ser humano son susceptibles de resultar dañados si se someten a prolongadas exposiciones de radiación. El ojo cuenta con mecanismos naturales de protección tales como los parpados ó el iris, que actúan cerrándose cuando la radiación resulta excesiva, sin embargo estos mecanismos solo se activan con la radiación visible y no con la invisible, de ahí la necesidad de la protección.

Necesidad de protección frente a la radiación

- **Protección frente a la radiación UV:** la mayor parte de la radiación ultravioleta y sobre todo la UVC (lejana) es filtrada por componentes de la atmósfera, tales como el oxígeno, el ozono, el dióxido de carbono, el vapor de agua y el polvo, con lo que la cantidad que llega a nosotros no presenta peligro. Sin embargo la radiación UVB (media) y UVA (cercana) solo es parcialmente filtrada por la atmósfera. La córnea absorbe las longitudes de onda inferiores a 290 nm y el cristalino inferiores a 350 nm en consecuencia, estos medios son susceptibles de ser lesionados. Para evitar su paso utilizamos lentes filtrantes que contienen elementos como los óxidos metálicos dentro de su masa que en forma independiente del color evitan el paso de la radiación.

- **Protección frente a la radiación VS:** la zona visible del espectro que el ojo percibe en forma de sensación de color no es especialmente dañina ni perjudicial en sí, sin embargo elevadas intensidades de luz pueden resultar molestas, la luz azul es la principal causante del efecto de deslumbramiento, de la escasa percepción de los contrastes y de la sensación de visión borrosa, ya que esta luz se difunde con gran facilidad en el polvo y el vapor de agua, sin embargo el pigmento macular del ojo atenúa la región azul de la radiación visible antes de llegar a la retina. El cristalino es el principal responsable de las pérdidas de luz por absorción y esta es mayor en el azul que en el amarillo y aumenta con la edad. Así la segunda finalidad de un filtro es la de atenuar en forma selectiva la radiación correspondiente a la zona visible del espectro. Esta atenuación está directamente relacionada con su color. El filtro presenta el color de la radiación que mayoritariamente transmite, y dentro de cada color la tonalidad más o menos oscura nos informa el porcentaje de transmisión en el visible. Los filtros polarizantes atenúan la radiación visible que se refleja en un plano, normalmente el plano horizontal, este tipo de luz polarizada se encuentra en los ambientes de nieve, mar ó arena.

- **Protección frente a la radiación IR:** la radiación infrarroja que llega a la tierra procedente del sol es poco perjudicial, por lo que no es esencial una lente de protección filtren también las longitudes de onda largas. Sin embargo, este tipo de protección es imprescindible frente a fuentes artificiales de radiación, capaces de emitir elevadas intensidades de IR. La parte posterior del iris absorbe este tipo de radiación y en consecuencia puede resultar dañada.

Propiedades de los filtros de protección solar

Para conocer el porcentaje de transmisión de una lente en la zona del espectro UV, VS y al IR, se recurre a las denominadas curvas de transmisión, dichas curvas obtenidas a partir de un instrumento llamado espectrofotómetro. A través del análisis de esta curva se puede saber el porcentaje de radiación UV que la lente filtra y en consecuencia saber su grado de protección.

Lentes tintadas contra la radiación

Las lentes tintadas o coloreadas tienen como fin la protección de los órganos de la vista contra la acción nociva de las radiaciones. Estas lentes tienen la propiedad de absorber, en diversa medida, las radiaciones de una longitud de onda determinada.

Todas las lentes coloreadas absorben o transmiten un porcentaje más o menos importante de las radiaciones (sobre todo las visibles). Es por esto que una lente coloreada se caracteriza por su coeficiente de absorción o por el de transmisión, es decir por la proporción (%) de luz visible que absorben o transmiten.

Para una misma lente, este coeficiente depende de la longitud de onda de la radiación considerada, del color realizado, de los componentes (normalmente óxidos metálicos) que entran en la composición del colorante y de su proporción y el espesor del vidrio atravesado por la radiación.

Esta propiedad se pone en evidencia por la curva de transmisión en función de la longitud de onda que caracteriza una lente coloreada.

La cantidad y variedad de lentes coloreadas que inundan el mercado es tan grande que es imposible hacer un estudio detallado.

Vamos a ver los aspectos generales

- No existe una normalización en lo que se refiere a lentes coloreadas. Cada fabricante presenta una gama más o menos extensa de colores diferentes (verde, marrón, gris, rosa,...).
- Las lentes de un mismo color existen generalmente en 4 ó 5 graduaciones diferentes desiguales con el nombre del color y una o dos letras A, AB, B, BC, C, CD, D.
- A: aspecto muy poco diferente al vidrio blanco (transparente) absorbe alrededor del 8-15% en el visible
- AB: absorbe 40% del visible
- B: vidrio de protección solar absorbe 50%.
- BC: absorbe 60/65%, vidrio de protección solar.
- C: absorbe alrededor del 85/90%
- D: absorbe más del 90% y se utiliza en lentes de protección.

Lentes Absorbentes

Una lente absorbente o filtrante, es aquella que se utiliza para el objetivo concreto de reducir la cantidad de luz o energía radiante transmitida, es decir que actúa como filtro. Este tipo de lentes son algunas veces denominadas lentes tintadas o coloreadas, debido a que generalmente no son transparentes como las lentes oftálmicas de vidrio Crown normales. Como filtros que son, estas lentes pueden absorber la luz de manera uniforme (o neutra) todo el espectro visible, o de forma selectiva absorbiendo unas longitudes de onda más que otras.

En la actualidad, los principales tipos de lentes absorbentes producidas industrialmente, son las siguientes:

- 1) lentes tintadas en la masa
- 2) lentes coloreadas por tratamiento de superficie
- 3) lentes tintadas orgánicas
- 4) lentes fotocromáticas
- 5) lentes polarizantes.

Lentes tintadas en la masa

Como sabemos, la materia principal para la fabricación de lentes minerales es la sílice, utilizándose pequeñas cantidades de óxido de potasio, aluminio, etc. con objeto de proporcionar al vidrio determinadas propiedades físicas y químicas. Pues bien, si queremos obtener un vidrio tintado es necesario añadir uno o más metales u óxidos metálicos en la masa inicial. Las características de transmisión espectral de la lente acabada, se obtienen controlando las cantidades de metales u óxidos metálicos presentes en la masa.

Las lentes coloreadas en masa, tienen la ventaja de que los deterioros de su superficie apenas afectan a la transmisión de la misma además, prácticamente no hay reflexiones asociadas con la superficie pulida y no se necesita ningún equipamiento especial para el acabado de la lente. Sin embargo, tienen varias desventajas: la transmisión varía del centro a los bordes; en los anisométricos fuertes, la transmisión

puede variar mucho de un ojo a otro; y se necesita un gran inventario de semiacabados para atender un amplio rango de prescripciones.

Lentes coloreadas por tratamiento de superficie

Este método consiste en colorear la lente mediante la deposición de una fina capa de óxido metálico sobre la superficie de la lente. La capa es depositada mediante un proceso de evaporación en una cámara de vacío y a altas temperaturas.

Lentes tintadas orgánicas

En las lentes orgánicas, no puede depositarse una capa por evaporación debido a que se deformarían por acción de las altas temperaturas requeridas en el proceso. En lugar de ello, las lentes orgánicas se colorean por inmersión de las mismas en una solución que contengan los apropiados colorantes orgánicos. La densidad resultante depende de la naturaleza del colorante y de del tiempo de inmersión. Un determinado color puede obtenerse realizando diferentes inmersiones en distintas soluciones. Debido a que el colorante penetra en la capa superficial de la lente de una manera uniforme, ésta presenta una densidad uniforme independientemente de la variación de espesor del centro al borde. Este proceso tiene además la posibilidad de corregir errores, ya que si la coloración no ha sido la adecuada puede eliminarse el color por inmersión en una solución blanqueadora y volver a iniciar el proceso.

Lentes polarizantes

La luz solar no está polarizada, pero cuando es reflejada especularmente por la superficie de un material se transforma en parcial o totalmente polarizada, dependiendo del ángulo de incidencia y de la naturaleza del material reflejante. Los materiales que mejor polarizan la luz por reflexión, son generalmente los no-conductores, es decir los dieléctricos, tales como el vidrio, pavimentos, arena o nieve. La luz reflejada por una superficie dieléctrica, está totalmente polarizada para un específico ángulo de

incidencia, denominado ángulo de Brewster. Este ángulo es aquel que sumado con el refractado da 90° , y esto ocurre cuando la tangente del ángulo de incidencia es igual al índice de refracción del medio reflejante y siempre que el medio de propagación sea el aire

$$(\operatorname{tg} i = n).$$

Por ejemplo para luz reflejada en una lente de vidrio Crown e índice de refracción 1.523, el ángulo de Brewster es aproximadamente 57° ; para el agua es de 53° .

La utilidad de un filtro polarizante es la de suprimir la reverberación es decir la reflexión de la luz en una superficie reflectante ya que, como hemos dicho, esta está polarizada (en carretera, nieve) esto da un confort para el usuario (un coloreado normal no suprime la reverberación). Se realizan en colores diferentes: marrón, gris, verde.

Las lentes de polaroide llevan nueve capas

- una externa que asegura una resistencia al rayado
- una capa soporte que lo hace difícil de romper
- una capa interna que absorbe los U.V.
- una capa de filtro polarizador
- otra capa de absorción de U.V.
- una capa soporte para darle resistencia (doble)
- una capa que absorbe los I.R.
- una capa soporte
- una capa de resistencia al rayado.

Con esto absorbe hasta el 99% de la reverberación. Elimina el 96% de los UV. Absorbe casi el 60% de los IR. Absorbe entre el 62 y el 82% de la luz del espectro visible (son polarizadores al 80%, siempre hay un 20% de la luz que dejan pasar).

Una aplicación del polaroide es el tensicopio que es un aparato que sirve para verificar la isotropía de las lentes

Si la lente no es isótropa modifica el estado de polarización de la luz que le llega desde el polarizador 1 P y no se obtiene la oscuridad uniforme a la salida del polarizador 2 P . Aparte de ver las tensiones existentes en la lente antes de montar (mal recocido de la lente) se pueden controlar después del montaje → lente (sobretudo

orgánica) demasiado comprimida (sobre todo con montura metálica) o también cuando se le hace un tratamiento de resistencia o térmico) es posible que aparezcan tensiones.

Sobre todo al realizar montajes difíciles es conveniente realizar este análisis ya que las tensiones se traducen en birrefringencia (dos índices de refracción en función de la dirección local lo cual puede afectar muy negativamente a la refracción de la lente (aberraciones muy importantes).

En principio, no hay pruebas que demuestren que el uso prolongado de filtros polarizantes tenga algún efecto fisiológico nocivo

Lentes que absorben el UV

La exposición de la córnea a la radiación UV puede causar fotoqueratitis. Las longitudes de onda más cortas de 290 nm afectan primeramente al epitelio corneal; las comprendidas entre 290 y 315 nm causan daños en el estroma corneal, la membrana de Descemet y el endotelio, pudiendo provocar también de forma secundaria uveítis. La radiación UV es también responsable de varias formas de patologías retinianas tales como el edema macular cistoide.

Para prevenir entonces posibles daños oculares y minimizar el discomfort y la pérdida de funciones visuales, es necesario proporcionar a los ojos la debida protección.

Esta protección, la proporcionan los filtros que absorben o reflejan el UV. Un filtro de UV debería absorber todas las radiaciones menores de 380 nm.

El policarbonato, como sabemos, es un material que se está imponiendo en la fabricación de lentes oftálmicas, fundamentalmente por su resistencia al impacto y su baja densidad. Sin embargo, para que procure a su vez protección al UV, es necesario añadirle una capa absorbente de UV que proporciona una protección a partir de 380 nm. Por otro lado, lentes de resina de alto índice de refracción ($n=1.6$), cortan el espectro a partir de 380 nm sin necesidad de ningún aditivo.

En general, ninguna lente de las comúnmente usadas, proporciona una protección total al UV. Por esta razón hay que añadir las capas o filtros adecuados para conseguir este objetivo. Tengamos en cuenta además, que el color de la lente no dice nada acerca de la absorción del UV.

Lentes de absorción selectiva

Aunque no son de uso común, existen lentes que absorben selectivamente diferentes porciones del espectro. Las lentes más normales de este tipo son las amarillas, azules y verde azulados.

Lentes Amarillas

Este tipo de lente absorbe casi toda la radiación por debajo de 500 nm y por lo tanto reduce considerablemente la dispersión de la luz (la dispersión de la luz es provocada fundamentalmente por las longitudes de onda corta, es decir por los azules). Debido a que la máxima sensibilidad de la retina es para la longitud de onda de 555 nm, se ha sugerido que las lentes que tienen una alta transmisión relativa en o alrededor de esta longitud de onda, ayudan a mejorar la agudeza visual de noche. En consecuencia, este tipo de lentes se han promocionado como lentes de conducción nocturna.

También han sido recomendadas estas lentes para la práctica de la caza, aduciendo que la luz dispersada crea un problema en esta actividad y estos filtros ayudan a minimizarlo.

Lentes azules y verde azuladas

Las lentes azules, tienen un uso estrictamente cosmético. Las lentes verde azuladas, tienen casi la misma curva de transmisión que un vidrio Crown en el espectro visible, pero presentan un reducción gradual de la transmisión en la región del IR.

Estas lentes suelen denominarse lentes frías, y su uso suele ser recomendado a sujetos que están constantemente expuestos a superficies blancas reflejantes y a profesionales tales como cocineros que en su trabajo normal existe una excesiva cantidad de radiación IR.

Lentes fotocromáticas

Las lentes fabricadas con vidrio fotocromático o fotocrómico, tienen la propiedad de oscurecerse cuando son expuestas a la luz, y volver a su estado original en ausencia de la misma.

Las propiedades de estas lentes son causadas por la presencia de cristales de haluro de plata en la masa del vidrio que se disocia en plata y el halógeno correspondiente por acción de la luz, volviéndose a reconvertirse en haluro de plata en ausencia de luz. Este proceso es el mismo que el de las películas fotográficas, donde los granos de haluro de plata se ennegrecen por acción de la luz. Sin embargo, la diferencia estriba en que en la película fotográfica el proceso es irreversible, es decir, una vez ennegrecida no puede volver a su estado original, mientras que si esto ocurre en vidrio el proceso es reversible pudiéndose volver cuantas veces se quiera a su estado original.

Los factores que determinan la velocidad de respuesta, el intervalo de densidad y el color base del vidrio fotocromático, es la introducción en la masa de vidrio de diferentes sustancias dopantes (borosilicatos, aluminio-fosfatos). Básicamente, todos los vidrios fotocromáticos presentes en el mercado son muy parecidos, ya que la base es fabricada fundamentalmente por sólo tres casas comerciales.

Los vidrios fotocrómicos difieren de los materiales fotocrómicos orgánicos, en que ellos son inmunes a la fatiga o deterioro producido por su uso continuado. Debido a que los microcristales se encuentran atrapados dentro del vidrio, los ciclos de oscurecimiento y extinción del mismo son prácticamente infinitos. Algunas nuevas lentes fotocrómicas, sin embargo, necesitan un periodo de activación, durante el cual se somete a la lente a varios ciclos de oscurecimiento total y transparencia total. En estos casos si la lente deja de ser usada por un periodo más o menos largo, es necesario volver a realizar la activación inicial

Como hemos dicho hay diferentes tipos de lentes fotocrómicas pero bastante similares, sin embargo es importante conocer los rangos de transmisión que tienen cada una de ellas. En general, podemos decir que estos rangos de transmitancia varían entre un 20 y un 24% cuando la lente está totalmente oscurecida y un 60 a un 80 % cuando es lo más clara posible.

En los últimos años se han introducido además, varias lentes fotocromáticas de alto índice de refracción ($n=1.6005$, n° de Abbe 42 y densidad 2.73 g/cc). Estas lentes tienen una transmitancia que varía, del estado más oscuro al más claro, desde el 22% al 83%.

Aunque muchos factores influyen en la transmitancia de un vidrio fotocromático concreto, los principales son los siguientes:

- 1.- Intensidad de la radiación incidente
- 2.- Longitud de onda de la radiación incidente
- 3.- Temperatura del vidrio
- 4.- Espesor del vidrio
- 5.- Previos tratamientos de calentamiento
- 6.- Historia de las exposiciones

Cuando se aplica un tratamiento antirreflejante o colorante a una lente fotocromática, debe hacerse dentro de un rango de temperaturas muy crítico (230° - 375° C), si se quiere mantener las propiedades de la lente fotocromática. Además, algunos tratamientos absorben el UV por lo que su aplicación debe hacerse entonces en la segunda cara de la lente.

Aunque muchas personas creen que unas lentes fotocromáticas sustituyen a un par de gafas (de sol y de interior), hay que advertir que esto no es así en estricto sentido, ya que conducir de noche con lentes fotocromáticas es cuestionable. La mayoría de este tipo de lentes alcanza una transmisión del 85% de promedio con la máxima claridad, lo cual en algunas condiciones puede ser peligroso, y desde luego en el caso de que sólo alcance el 40% es totalmente inaceptable.