

7 MAR. 1978

ES

NUMERO	455.485
FECHA DE PRESENTACION	29 enero 1.977

AI



ESPAÑA

CONCEDIDA

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
3814/76	30.1.1976	Inglaterra
14415	8.4.1976	Inglaterra.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C03C	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION
UN METODO PARA LA PRODUCCION DE UN VIDRIO FOTOCROMICO DE ALUMINOFOSFATO

71 SOLICITANTE (S)
PILKINGTON BROTHERS LIMITED.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Prescot Road, St. Helens, Merseyside WA10 3TT Inglaterra.

72 INVENTOR (ES)
Edric Ellis; Richard Gelder y Allan Hale todos ellos británicos.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.

**POOR
QUALITY**

Esta invención se refiere a vidrios fotocromicos, es decir, a composiciones de vidrio que se oscurecen al ser expuestas a la radiación actínica y vuelven a su estado original, normalmente incoloro, cuando dejan de estar expuestas.

5 En nuestra memoria descriptiva de Patente Británica nº 1367903, hemos descrito y reivindicado una gama de vidrios fotocromicos que comprenden por lo menos un 17% en peso de P_2O_5 como uno de los componentes constitutivos del vidrio, con cristales de haluro de plata dispersados en la masa del vidrio,
10 siendo el contenido total de plata del vidrio de por lo menos 0,05% en peso de Ag. Los vidrios específicos descritos en dicha memoria descriptiva son vidrios de alúminofosfato que comprenden no más de un 40% en peso de SiO_2 y entre 9 y 34% en peso de Al_2O_3 como componentes adicionales formadores del vidrio,
15 y por lo menos un 10% en peso de R_2O , donde $R=K, Na$ o Li . Pueden también contener hasta un 19% en peso de B_2O_3 , aunque la mayor parte de los vidrios descritos no contienen más de 3 a 7% de B_2O_3 .

Los vidrios comprendidos en las reivindicaciones de
20 la Patente Británica nº 1367902 se utilizan ahora en la fabricación de lentes oftálmicas tanto para gafas de sol como para gafas de prescripción médica. Estos vidrios de alúminofosfato como también los vidrios de borosilicato fotocromico también disponibles en el mercado, si bien presentan propiedades
25 fotocromicas deseables, ofrecen respuestas relativamente lentas a la exposición y a la eliminación de radiación actínica, es decir, velocidades bajas de oscurecimiento y decoloración. Es deseable, particularmente con fines oftálmicos, disponer de vidrios de respuestas más rápidas, particularmente una velocidad
30 mayor de decoloración. Es de desear una alta velocidad de

decoloración para ayudar al ajuste a una súbita disminución de la luz disponible, por ejemplo cuando el usuario de unas gafas con lentes de vidrio fotocromico entra en una habitación poco iluminada.

Un objeto de la presente invención es el de aportar una gama de vidrios fotocromicos de propiedades mejoradas, y, en particular vidrios que proporcionen una combinación mejorada del efecto fotocromico (medido como la densidad o cambio óptico inducido en la transmisión de la luz cuando se irradia con radiación actínica) y de la velocidad de la respuesta a la irradiación o la supresión de radiación.

Conforme a la presente invención un vidrio fotocromico de alúminofosfato con cristales de haluro de plata dispersados en su masa comprende, en porcentaje en peso:

SiO ₂	8,5 a 25%
Al ₂ O ₃	13 a 36,5%
P ₂ O ₅	7,5 a 33,5%
B ₂ O ₃	7 a 28%
R ₂ O	7 a 20,5%

donde R₂O representa uno o más de Na₂O y Li₂O, siendo el contenido máximo de Li₂O del 5%; la cantidad de SiO₂ no menor del 16% cuando el contenido de B₂O₃ es menor de 8%; y el contenido de plata en el vidrio, expresado como Ag₂O, no es menor de 0,05% en peso.

Se ha comprobado que estos vidrios tienen una buena combinación de densidad óptica inducida al producirse una irradiación con luz actínica y un rápido oscurecimiento ante la irradiación y una rápida decoloración cuando cesa la irradia-

ción. Quede entendido que como regla general, los tiempos de oscurecimiento y decoloración son mayores cuanto mayor es la densidad óptica inducida.

5 En estos vidrios, es posible que Al_2O_3 , B_2O_3 o P_2O_5 sea el constituyente principal. La gama preferida de vidrios para fines oftálmicos es aquélla en la que el constituyente principal es Al_2O_3 presente en una cantidad no inferior a 22% en peso, mientras que el contenido de P_2O_5 no excede del 25,5% en peso y el contenido de B_2O_3 no excede del 24,5% en peso. Los vidrios que se encuentran dentro de estos límites preferidos puede decirse que tienen una rápida respuesta a la irradiación o a la eliminación de la irradiación, junto con propiedades físicas que les hacen adecuados para ser fabricados a escala comercial y para uso como lentes oftálmicas. Por ejemplo, la temperatura en líquido y la viscosidad del vidrio fundido pueden determinarse de modo que convenga a procesos ordinarios de formación, mientras que la dureza del vidrio resulte apropiada para los procesos normales de alisado y pulimento. El índice de refracción puede ajustarse al valor fijo de 1,523 que es el normal para uso oftálmico, y el vidrio puede presentar una buena resistencia química o durabilidad.

10
15
20 En general, sólo resulta practicable operar con contenidos tanto de Al_2O_3 y SiO_2 en los extremos superiores de los límites indicados en aquellos casos en que se requiera una alta viscosidad en la temperatura en líquido, que no es en sí misma demasiado alta, por ejemplo cuando el vidrio ha de formarse en láminas u hojas.

25
30 Otra gama de vidrios dentro del ámbito de la presente invención es aquélla en la que el constituyente de proporción mayor es B_2O_3 presente en una cantidad no inferior al 25% en

peso, mientras que el contenido de Al_2O_3 no excede del 20% en peso y el contenido de P_2O_5 no excede del 20% en peso.

5 Otra gama de vidrios conforme a la presente invención es aquella en la que el constituyente de proporción mayor es P_2O_5 presente en una cantidad no inferior al 21,5% en peso, mientras que el contenido de Al_2O_3 no excede del 26% en peso y el contenido de B_2O_3 no excede del 17,5% en peso.

10 Si la temperatura en líquido es relativamente baja, por ejemplo como resultado del uso de una cantidad relativamente grande de B_2O_3 y una cantidad relativamente pequeña de SiO_2 , es importante cuidar de que la durabilidad del vidrio (por ejemplo al comprobarlo mediante ausencia de ataque en soluciones ácidas y alcalinas) siga siendo aceptable. El grado de durabilidad aceptable variará naturalmente según sea el uso propuesto del vidrio. Así, un vidrio que tenga una insuficiente durabilidad para usos oftálmicos pero buenas propiedades fotocromicas
15 puede ser de valor para ser empleado en instrumentos u otros usos en los que se exponga a ser atacado.

20 Cuando el nivel de B_2O_3 se aproxima al límite inferior, es decir, cuando es de menos del 8%, es necesario que el contenido de SiO_2 sea de por lo menos 16% para asegurar tanto la rápida respuesta deseada como la adecuada durabilidad para los fines oftálmicos. Siendo B_2O_3 inferior al 7%, se puede mantener el contenido en P_2O_5 por debajo del 17%.

25 R_2O puede estar constituido exclusivamente por K_2O , o por una combinación de dos o más entre K_2O , Li_2O y Na_2O , o solamente por Na_2O . Cuando R_2O es solamente Na_2O , no excederá preferentemente del 14% en peso, para evitar los posibles problemas en la constitución del vidrio y en su durabilidad.

30 En el caso de vidrios destinados al uso oftálmico, es

ventajoso que los vidrios puedan endurecerse mediante el procedimiento ordinario de trueque de iones, en el cual se cambian los iones metálicos mayores por iones metálicos menores en una capa de superficie del vidrio para producir en él una carga
5 compresiva. El cambio de iones se efectúa sumergiendo el vidrio en un baño de sal derretida. Por lo general se truecan iones de potasio por iones de sodio y/o litio en un baño de KNO_3 derretida, o se truecan iones de sodio por iones de litio en un baño de NaNO_3 derretida. Así pues, cuando se trata de endurecer
10 el vidrio químicamente de este modo, se prefiere que el componente R_2O incluya Na_2O y/o Li_2O . Preferimos emplear una mezcla de óxidos de metales alcalinos, estando siempre presente K_2O , y mantener tanto Na_2O como Li_2O por debajo del 5%. La profundidad de penetración de los iones cambiados, y la carga compresiva
15 producida pueden variar mediante variación de la temperatura del baño de sal derretida. En general, cuanto mayor sea la penetración más baja será la carga compresiva y viceversa, por lo que debe encontrarse mediante experimentación un compromiso ventajoso.

20 Según queda indicado, el contenido en plata del vidrio, expresado como Ag_2O , no es inferior a 0,05% en peso, ya que con cantidades inferiores de Ag_2O puede ser difícil conseguir un adecuado oscurecimiento. De preferencia, Ag_2O no será inferior a 0,06%.

25 El vidrio puede comprender además de 1 a 21% en peso de $\text{R}'\text{O}$, donde $\text{R}'\text{O}$ representa por lo menos uno de entre MgO , BaO , SrO y CaO , dentro de los siguientes límites individuales:

MgO	0 a 4%
CaO	0 a 6,5%
SrO	0 a 10%

30

BaO 0 a 21%

Para uso oftálmico, es conveniente que el vidrio tenga un índice de refracción (n_D), medido para la luz de longitud de onda de la línea de sodio D, que será lo más próxima posible al número tipo de 1,523. Para ajustar el índice de refracción a esta cifra, pueden ser útiles las adiciones de proporciones de TiO_2 , ZrO_2 y/o PbO , si bien deberá cuidarse el evitar los problemas derivados de una cantidad demasiado grande de uno o más de estos componentes. La cantidad de TiO_2 utilizada no deberá exceder del 6% en peso, para evitar los riesgos de cristalización y de una coloración no deseada del vidrio, siendo el límite normal preferido del 3% en peso. ZrO_2 no deberá exceder del 10% en peso para evitar aumentos inaceptables en la temperatura en líquido, siendo el límite normal preferido del 7% en peso. PbO se puede incorporar en cantidades de hasta 8% en peso. Se pueden incorporar con el mismo objeto pequeñas cantidades de otros aditivos, tales como HfO_2 (hasta 3%) y ZnO (hasta un 6%). También se pueden añadir agentes colorantes en la forma conocida, para aportar un tinte fijo además del colorido fotocromico variable.

Como es conocido, se produce el efecto fotocromico por medio de los cristales de haluro de plata citados más arriba. Cantidades menores de óxidos de cobre ayudan al desarrollo del efecto fotocromico, y se pueden emplear cantidades mayores para proporcionar además un efecto fijo de tinción. Las cantidades preferidas de los componentes fotocromicos, esto es, la plata (expresada como Ag_2O), el óxido de cobre y los haluros (Cl y Br), que se expresan de acuerdo con lo convenido normalmente como cantidades superiores al 100% del total de todos los demás componentes del vidrio, son las siguientes:

Ag ₂ O	0,06 a 0,60%
CuO	0,005 a 1,0%
Cl + Br	0,20 a 2,0%
Cl	0 a 1,0%
Br	0,08 a 1,0%

5

10

15

En la mayor parte de los casos, el efecto fotocromico puede mejorarse mediante un tratamiento térmico del vidrio, determinándose el plan apropiado del tratamiento térmico, fundamentalmente, por la relación viscosidad-temperatura del vidrio de que se trate. Por lo general, la temperatura para el tratamiento térmico es la que se encuentra entre el punto inferior de recocido y el punto de reblandecimiento del vidrio, siendo el tiempo requerido para el tratamiento por calor de varias horas a la temperatura inferior, pero de sólo algunos minutos a la temperatura superior. No obstante, a la temperatura superior, se puede producir una deformación y empañamiento del vidrio, por lo que se prefiere utilizar una temperatura de 20 a 100° C por encima del punto de recocido y un tiempo de tratamiento térmico de 10 a 60 minutos.

20

25

Se puede imponer este tratamiento al vidrio inmediatamente después de la formación del mismo o bien se puede recocer el vidrio y enfriar a la temperatura ambiental antes del tratamiento térmico. La velocidad de enfriamiento a la que se somete el vidrio tras el tratamiento térmico se ha comprobado que tiene a veces un efecto sobre las propiedades fotocromicas del producto final. Esto no puede ser considerado como una norma general, sin embargo, y ha de determinarse mediante experimentación sobre vidrios individuales.

30

El plan temperatura/tiempo impuesto a un vidrio se determina también mediante las concentraciones de agentes

fotocrómicos en el vidrio y los requerimientos en cuanto a propiedades fotocrómicas del producto final. Por lo general, cuanto más altos sean los niveles de los componentes que contribuyan al fotocromismo, más corto será el tratamiento térmico, y en algunos casos, el fotocromismo puede desarrollarse durante el enfriamiento desde la fusión o el recocido del vidrio. Deben evitarse por lo general tratamientos térmicos excesivamente largos, ya que pueden conducir a cierto empañamiento del vidrio.

Describiremos ahora formas específicas de realización del invento, con mayor detalle, a modo de ejemplo, y con referencia a la siguiente Tabla I que expone ejemplos de composiciones de vidrio según la invención, mostrando sus composiciones sobre base de óxido y el efecto fotocrómico conseguido en términos de la densidad óptica inducida (ODd) y el tiempo en segundos que tardan en decolorarse respecto a una condición de la mitad de la densidad óptica inducida total ($1/2$ OD FT), medido con muestras standard de vidrio de un grueso de 2 mm, en condiciones solares simuladas normales con una masa de aire 2 (véase "Parry Moon, J Franklin Inst., 230 (1940), páginas 583-617). La densidad óptica inducida es la diferencia entre la densidad óptica del vidrio en su estado totalmente oscurecido y la densidad óptica en su estado totalmente descolorido, quedando definida la densidad óptica en la forma normal como $\log_{10} \frac{I_i}{I_t}$, donde I_i es la intensidad de la luz incidente mientras que I_t es la intensidad de la luz transmitida. La densidad óptica inducida es así una medida real del efecto fotocrómico y de hecho es directamente proporcional al número de átomos de plata activados fotocromicamente en un volumen dado del vidrio. El tiempo necesario para la decoloración desde el estado totalmente ensombre-

cido hasta un estado de la mitad de la densidad óptica inducida (1/2 OD FT) es así una medida efectiva para comparar los tiempos de decoloración de vidrios de diferentes valores de transmisión luminosa en estado blanqueado o descolorido y es comparable a los tiempos de mitad de decoloración a que nos referimos en nuestra anterior memoria descriptiva nº 1367903.

La Tabla I relaciona también la temperatura (HTº C) a la que fue tratado térmicamente cada uno de los vidrios. Se empleó en cada caso un tiempo standard de tratamiento térmico de 20 minutos, sólo con fines comparativos.

Finalmente, la Tabla I muestra el índice de refracción n_D de la mayor parte de los vidrios.

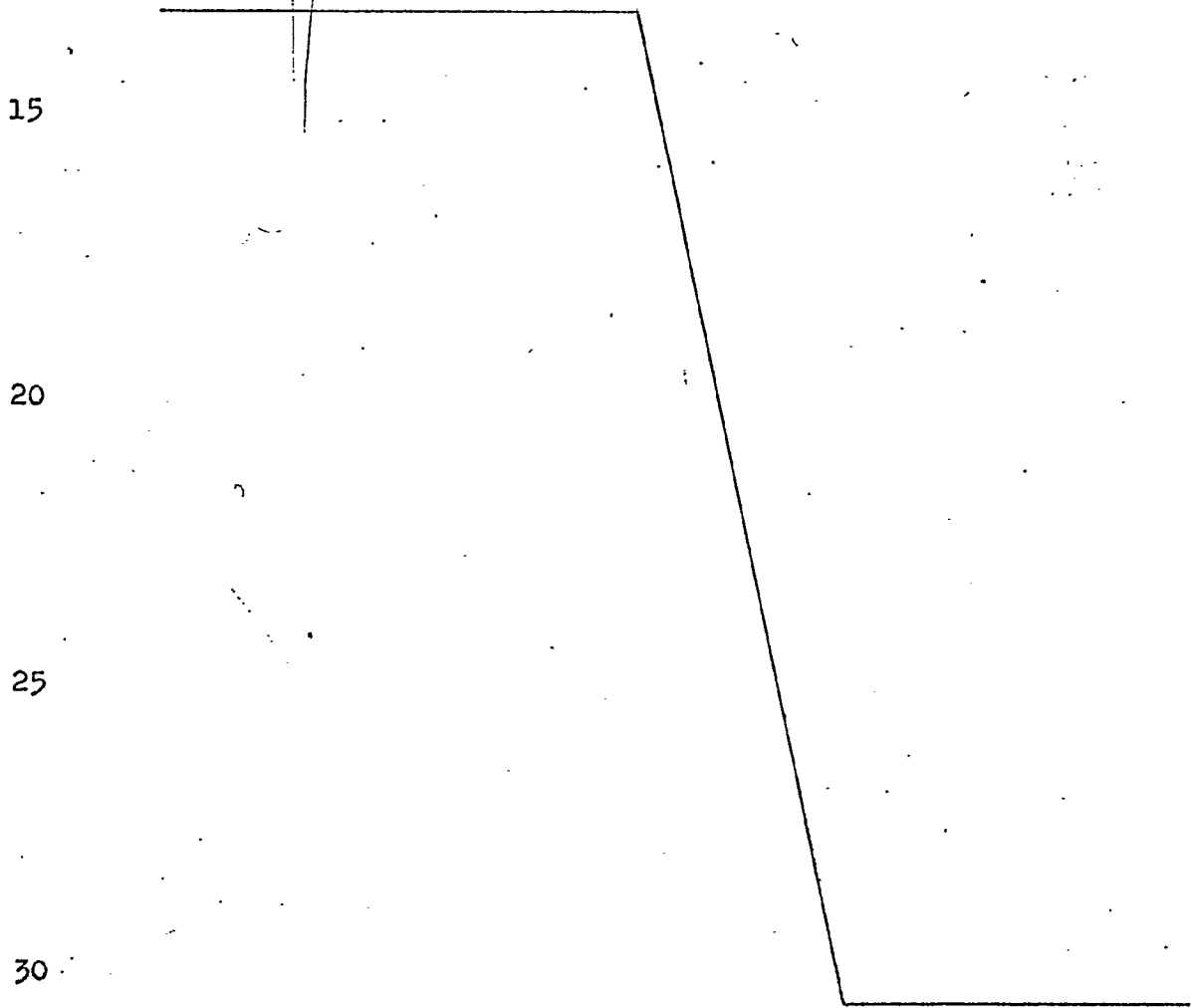


TABLA I

Vidrio No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Peso%														
SiO ₂	23,1	23,1	21,7	20,4	21,2	17,9	17,0	17,0	17,0	22,2	22,5	21,5	21,2	20,4
Al ₂ O ₃	19,8	13,9	19,0	23,5	25,6	15,6	19,6	19,6	19,6	27,4	30,7	29,5	25,6	23,5
P ₂ O ₅	12,8	19,4	26,5	32,8	25,9	21,8	27,3	27,3	27,3	17,8	22,3	21,3	25,9	32,7
P ₂ O ₃	27,5	26,8	17,1	8,4	11,9	14,1	7,0	7,0	7,0	16,6	12,6	12,0	11,9	8,4
Li ₂ O														
Na ₂ O	0,1										8,2			13,6
K ₂ O	15,4	15,2	14,3	13,5	14,0	9,8	9,3	9,3	9,3	14,6	2,3	14,2	14,0	
MgO	1,3	1,5	1,4	1,3	1,4					1,4	1,5	1,4	1,4	1,3
CaO														
SrO														
BaO														
PbO														
TiO ₂														
ZrO ₂														
HfO ₂														
ZnO														
Ag ₂ O	0,27	0,17	0,08	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,12	0,18	0,16	0,08
CuO	0,013	0,029	0,031	0,035	0,035	0,036	0,033	0,045	0,040	0,029	0,038	0,030	0,035	0,045
Cl	0,13	0,37	0,22	0,17	0,13	0,35	0,40	0,49	0,48	0,18	0,17	0,27	0,29	0,34
Br	0,39	0,40	0,28	0,22	0,17	0,44	0,41	0,49	0,40	0,22	0,27	0,26	0,24	0,45
ODd	0,307	0,334	0,283	0,202	0,261	0,184	0,223	0,226	0,33	0,071	0,066	0,094	0,303	0,103
1/2 OD FT	3	20	20	20	10	7	8,5	12	20	2	2	1	12	24
ETC	625	520	620	550	660	635	640	630	630	705	705	750	640	610
Σ	1,400	1,478	1,482	1,484	1,483	1,519	1,519	1,519	1,519	1,482	1,487	1,482	1,483	

TABLA I

	Vidrio No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Peso%									
	SiO ₂	23,1	23,1	21,7	20,4	21,2	17,9	17,0	17,0	17,0
	Al ₂ O ₃	19,8	13,9	19,0	23,5	25,6	15,6	19,6	19,6	19,6
	P ₂ O ₅	12,8	19,4	26,5	32,8	25,9	21,8	27,3	27,3	27,3
5	B ₂ O ₃	27,5	26,8	17,1	8,4	11,9	14,1	7,0	7,0	7,0
	Li ₂ O									
	Na ₂ O	0,1								
	K ₂ O	15,4	15,2	14,3	13,5	14,0	9,8	9,3	9,3	9,3
	MgO	1,3	1,5	1,4	1,3	1,4				
	CaO									
10	SrO									
	BaO						20,8	19,8	19,8	19,8
	PbO									
	TiO ₂									
	ZrO ₂									
	HfO ₂									
	ZnO									
15	Ag ₂ O	0,27	0,17	0,08	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11
	CuO	0,013	0,029	0,031	0,035	0,035	0,036	0,033	0,045	0,040
	Cl	0,13	0,37	0,22	0,17	0,13	0,35	0,40	0,49	0,48
	Br	0,39	0,40	0,28	0,22	0,17	0,44	0,41	0,49	0,40
	ODd	0,307	0,334	0,285	0,202	0,261	0,184	0,225	0,226	0,33
20	1/2 OD FT	3	20	20	20	10	7	8,5	12	20
	HT°C	625	520	620	550	660	635	640	630	630
	n _D	1,400	1,478	1,432	1,434	1,433	1,519	1,519	1,519	1,51

4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,4	21,2	17,9	17,0	17,0	17,0	22,2	22,5	21,5	21,2	20,4
3,5	25,6	15,6	19,6	19,6	19,6	27,4	30,7	29,5	25,6	23,5
2,8	25,9	21,8	27,3	27,3	27,3	17,8	22,3	21,3	25,9	32,7
3,4	11,9	14,1	7,0	7,0	7,0	16,6	12,6	12,0	11,9	8,4
							8,2			13,6
3,5	14,0	9,8	9,3	9,3	9,3	14,6	2,3	14,2	14,0	
3	1,4					1,4	1,5	1,4	1,4	1,3
		20,8	19,8	19,8	19,8					
09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,12	0,18	0,16	0,08
035	0,035	0,036	0,033	0,045	0,040	0,029	0,038	0,030	0,035	0,045
17	0,13	0,35	0,40	0,49	0,48	0,18	0,17	0,27	0,29	0,34
22	0,17	0,44	0,41	0,49	0,40	0,22	0,27	0,26	0,24	0,45
202	0,261	0,184	0,223	0,226	0,33	0,071	0,066	0,094	0,308	0,100
0	10	7	8,5	12	20	2	2	1	12	24
50	660	635	640	630	630	705	705	750	640	610
484	1,483	1,519	1,519	1,519	1,519	1,482	1,487	1,482	1,483	

1	Vidrio		15	16	17	18	19	20	21	2
	No.									
	Peso %									
	SiO ₂		19,9	20,0	20,0	20,0	19,6	19,4	18,8	18,8
	Al ₂ O ₃		22,9	23,0	23,0	23,0	22,6	22,3	21,6	21,6
	P ₂ O ₅		31,9	32,0	32,0	32,0	31,4	31,1	30,1	30,1
5	B ₂ O ₃		8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,0	7,7	7,7
	Li ₂ O									
	Na ₂ O									
	K ₂ O		13,1	13,2	13,2	13,2	12,9	12,8	12,4	12,4
	MgO		3,9							
	CaO			3,6	3,6	3,6	5,3			
	SrO							6,5	9,4	
10	BaO									
	PbO									
	TiO ₂									9,3
	ZrO ₂									
	HfO ₂									
	ZnO									
15	Ag ₂ O		0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
	CuO		0,043	0,043	0,045	0,036	0,045	0,041	0,040	0,04
	Cl		0,17	0,24	0,41	0,40	0,34	0,27	0,25	0,30
	Br		0,21	0,27	0,46	0,28	0,33	0,34	0,35	0,32
	ODd		0,281	0,217	0,283	0,243	0,200	0,187	0,190	0,14
	½ OD FT		30	13,5	15	10	16	10	18	12
20	HT°C		665	645	645	645	630	610	615	610
	n _D		1,478	1,491	1,491	1,491	1,491	1,499	1,494	1,4

25

30

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
0	19,6	19,4	18,8	18,8	18,0	20,0	20,8	20,4	20,1	19,7
0	22,6	22,3	21,6	21,6	20,7	23,0	23,9	23,5	23,1	22,7
0	31,4	31,1	30,1	30,1	28,8	32,0	33,3	32,7	32,1	31,6
2	8,1	8,0	7,7	7,7	7,4	8,2	8,5	8,4	8,3	8,1
							4,8	5,4		
1,2	12,9	12,8	12,4	12,4	11,8	13,2	7,4	8,3	9,1	10,0
							1,3	1,3	1,3	1,3
6	5,3					3,6				
		6,5	9,4			3,6				
				9,3	13,3					
07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,09	0,15	0,09	0,07	0,09
036	0,045	0,041	0,040	0,043	0,043	0,047	0,036	0,041	0,038	0,039
00	0,34	0,27	0,25	0,30	0,31	0,28	0,30	0,25	0,30	0,29
28	0,33	0,34	0,35	0,32	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,38
243	0,200	0,187	0,190	0,146	0,181	0,294	0,203	0,231	0,238	0,214
0	16	10	18	12	33	15	18	18	33	24
45	630	610	615	610	680	670	550	610	610	610
,491	1,491	1,499	1,494	1,498	1,507	1,491	1,485	1,485	1,486	1,486

	Vidrio No. /													
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Peso%														
SiO ₂	20,3	20,6	20,7	19,9	20,2	20,6	23,4	23,1	23,2	22,9	23,1	23,0	23,5	17,0
Al ₂ O ₃	23,3	23,7	23,8	22,9	23,3	23,7	19,2	19,0	19,1	18,8	19,0	18,9	19,3	19,6
P ₂ O ₅	32,5	32,9	33,2	31,9	32,4	33,0	12,5	12,3	12,4	12,2	12,3	12,3	12,5	27,3
B ₂ O ₃	8,3	8,5	8,5	8,2	8,3	8,5	27,0	26,8	26,9	26,5	26,8	26,6	27,2	7,0
Li ₂ O					0,6								0,38	
Na ₂ O	4,0	6,9	8,4	4,6	7,5	4,9	15,4	15,2	15,3	15,1	15,2	15,1	15,5	9,3
K ₂ O	10,3	6,2	4,1	11,2	7,1	7,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
MgO	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4								
CaO														
SrO														
BaO														19,8
PbO														
TiO ₂							1,0	2,0	1,54	3,0				
ZrO ₂														
HfO ₂														
ZnO										2,0		2,6		
As ₂ O	0,06	0,03	0,08	0,07	0,06	0,08	0,15	0,15	0,12	0,10	0,12	0,12	0,15	0,076
CuO	0,044	0,044	0,042	0,039	0,036	0,042	0,026	0,026	0,026	0,026	0,033	0,031	0,030	0,014
Cl	0,54	0,35	0,28	0,24	0,27	0,26	0,34	0,31	0,35	0,31	0,37	0,30	0,57	0,30
Br	0,33	0,24	0,40	0,24	0,32	0,33	0,33	0,29	0,33	0,29	0,29	0,24	0,32	0,35
ODd	0,271	0,226	0,170	0,279	0,275	0,172	0,127	0,118	0,041	0,043	0,142	0,051	0,175	0,143
1/2 OD FT	10	12	15	15	15	8	3	3	1	1	6	1	10	18
Ht°C	610	555	555	600	510	600	560	560	630	630	630	630	520	630
n _D	1,485	1,487	1,486	1,486	1,487	1,489	1,4865	1,4915	1,4860	1,4905	1,4855	1,4850	1,5005	1,51

	Vidrio No.	30	31.	32	33	34	35	36
1	Peso%	29						
	SiO ₂	20,3	20,6	20,7	19,9	20,2	20,6	23,4
	Al ₂ O ₃	25,3	23,7	23,8	22,9	23,3	23,7	19,2
	P ₂ O ₅	32,5	32,9	33,2	31,9	32,4	33,0	12,5
5	B ₂ O ₃	8,3	8,5	8,5	8,2	8,3	8,5	27,0
	Li ₂ O					0,6		
	Na ₂ O	4,0	6,9	8,4	4,6	7,5	4,9	
	K ₂ O	10,3	6,2	4,1	11,2	7,1	7,4	15,4
	MgO	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5
	CaO							
10	SrO							
	BaO							
	PbO							
	TiO ₂						1,0	2,0
	ZrO ₂							
	HfO ₂							
	ZnO							
15	Ag ₂ O	0,06	0,08	0,08	0,07	0,06	0,08	0,15
	CuO	0,044	0,044	0,042	0,039	0,036	0,042	0,026
	Cl	0,54	0,35	0,28	0,24	0,27	0,26	0,34
	Br	0,33	0,24	0,40	0,24	0,32	0,33	0,33
	ODd	0,271	0,226	0,170	0,279	0,275	0,172	0,127
20	½ OD FT	10	12	15	15	15	8	3
	HT°C	610	555	555	600	510	600	560
	n _D	1,435	1,437	1,436	1,436	1,437	1,439	1,4865
								1,4915

25

30

	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
9	20,2	20,6	23,4	23,1	23,2	22,9	23,1	23,0	23,5	17,0
9	23,3	23,7	19,2	19,0	19,1	18,8	19,0	18,9	19,3	19,6
9	32,4	33,0	12,5	12,3	12,4	12,2	12,3	12,3	12,5	27,3
	8,3	8,5	27,0	26,8	26,9	26,5	26,8	26,6	27,2	7,0
	0,6								0,38	
	7,5	4,9								
2	7,1	7,4	15,4	15,2	15,3	15,1	15,2	15,1	15,5	9,3
	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
										19,8
			1,0	2,0						
					1,54	3,0				
								2,6		
							2,0			
	0,06	0,08	0,15	0,15	0,12	0,10	0,15	0,12	0,15	0,076
9	0,036	0,042	0,026	0,026	0,026	0,026	0,033	0,031	0,030	0,014
	0,27	0,26	0,34	0,31	0,35	0,31	0,37	0,30	0,57	0,30
	0,32	0,33	0,33	0,29	0,33	0,29	0,29	0,24	0,32	0,35
9	0,275	0,172	0,127	0,118	0,041	0,043	0,142	0,051	0,175	0,143
	15	8	3	3	1	1	6	1	10	18
	510	600	560	560	630	630	630	630	520	630
86	1,487	1,489	1,4865	1,4915	1,4860	1,4905	1,4855	1,4850	1,5005	1,51

Vidrio No.	Pesos%										
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
1	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	21,5	21,5	21,5	21,5
	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	29,5	29,5	29,5	29,5
5	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	21,3	21,3	21,3	21,3
	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	12,0	12,0	12,0	12,0
	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	14,2	14,2	14,2	14,2
								1,4	1,4	1,4	1,4
10											
	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8				
15	0,09	0,24	0,26	0,32	0,35	0,16	0,10	0,37	0,56	0,31	0,24
	0,040	0,044	0,046	0,038	0,041	0,16	0,16	0,038	0,036	0,038	0,039
	0,33	0,19	0,19	0,48	0,50	0,44	0,44	0,26	0,21	0,35	0,12
	0,30	0,41	0,40	0,18	0,49	0,10	0,09	0,18	0,18	0,09	0,23
	0,130	0,416	0,389	0,531	0,215	0,44	0,18	0,212	0,308	0,232	0,121
20	20	25	20	80	35	24	15	2	2	2	1
	630	630	630	630	630	630	630	662	685	685	705
	1,519	1,519	1,519	1,519	1,519	1,519	1,519	1,482	1,482	1,482	1,482

1.	Vidrio No.								
		43	44	45	46	47	48	49	50
	Peso%								
	SiO ₂	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	21,
	Al ₂ O ₃	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	29,
5	P ₂ O ₅	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	21,
	B ₂ O ₃	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	12,
	Li ₂ O								
	Na ₂ O								
	K ₂ O	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	14,
	MgO								1,4
	CaO								
10	SrO								
	BaO	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	
	PbO								
	TiO ₂								
	ZrO ₂								
	HfO ₂								
15	ZnO								
	Ag ₂ O	0,09	0,24	0,26	0,32	0,35	0,16	0,10	0,3
	CuO	0,040	0,044	0,046	0,038	0,041	0,16	0,16	0,0
	Cl	0,33	0,19	0,19	0,48	0,50	0,44	0,44	0,2
	Br	0,30	0,41	0,40	0,18	0,49	0,10	0,09	0,1
	ODd	0,130	0,416	0,389	0,531	0,215	0,44	0,18	0,2
20	½ OD FT	20	25	20	80	35	24	15	2
	HT ^o C	630	630	630	630	630	630	630	66
	n _D	1,519	1,519	1,519	1,519	1,519	1,519	1,519	1

25

30

46	47	48	49	50	51	52	53
7,0	17,0	17,0	17,0	21,5	21,5	21,5	21,5
9,6	19,6	19,6	19,6	29,5	29,5	29,5	29,5
27,3	27,3	27,3	27,3	21,3	21,3	21,3	21,3
7,0	7,0	7,0	7,0	12,0	12,0	12,0	12,0
9,3	9,3	9,3	9,3	14,2	14,2	14,2	14,2
				1,4	1,4	1,4	1,4
19,8	19,8	19,8	19,8				
0,32	0,35	0,16	0,10	0,37	0,56	0,31	0,24
0,038	0,041	0,16	0,16	0,038	0,036	0,038	0,039
0,48	0,50	0,44	0,44	0,26	0,21	0,35	0,12
0,18	0,49	0,10	0,09	0,18	0,18	0,09	0,23
0,531	0,215	0,44	0,18	0,212	0,308	0,232	0,121
80	35	24	15	2	2	2	1
630	630	630	630	662	685	685	705
1,519	1,519	1,519	1,519	1,482	1,482	1,482	1,482

Vidrio No.	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
1															
	Peso%	21,5	21,4	17,0	17,0	21,4	21,4	21,4	22,9	22,3	21,8	21,4	21,2	20,5	19,9
	SiO ₂	29,5	29,4	19,6	19,6	29,3	29,3	29,3	18,9	18,4	17,9	18,8	18,6	18,0	17,4
	Al ₂ O ₃	21,3	21,2	27,3	27,3	21,2	21,2	21,2	12,2	11,9	11,6	26,1	25,8	25,0	24,2
5	P ₂ O ₅	12,0	12,0	7,0	7,0	12,0	12,0	12,0	26,6	25,9	25,2	16,8	16,6	16,1	15,6
	Li ₂ O														
	Na ₂ O	14,2	14,2	9,5	9,5	14,2	14,2	14,2	15,1	14,7	14,3	14,1	13,9	13,5	13,1
	K ₂ O	1,4	1,4			1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	2,8			
	MgO												3,8		
	CaO													6,85	
10	SrO														
	BaO			19,8	19,8										9,8
	PbO	0,25	0,5			0,5	0,5	0,5	2,8	5,4	7,8				
	TiO ₂														
	ZnO														
	HfO ₂														
15	ZnO														
	Ag ₂ O	0,29	0,27	0,36	0,36	0,25	0,27	0,36	0,13	0,10	0,18	0,095	0,099	0,12	0,13
	CuO	0,19	0,038	0,16	0,16	0,035	0,075	0,038	0,030	0,032	0,030	0,036	0,036	0,044	0,039
	Cl	0,25	0,22	0,53	0,53	0,12	0,28	0,19	0,28	0,22	0,21	0,23	0,22	0,34	0,38
	Br	0,16	0,19	0,08	0,08	0,26	0,17	0,15	0,22	0,14	0,17	0,25	0,26	0,34	0,39
	ODd	0,05	0,616	0,617	0,636	0,372	0,390	0,861	1,17	0,90	1,09	0,196	0,183	0,234	0,26
20	MOD FT	1	18	14	63	10	8	24	400	140	840	8	8	8	15
	HT°C	705	725	720	640	745	735	720	580	570	600	645	645	645	615
	HD	1,482	1,486	1,491	1,519	1,491	1,491	1,491	1,491	1,4815	1,4915	1,497	1,483	1,488	1,496

1	Vidrio No.									
	54	55	56	57	58	59	60	61	62	
	Peso%									
	SiO ₂	21,5	21,5	21,4	17,0	17,0	21,4	21,4	21,4	22,9
	Al ₂ O ₃	29,5	29,4	29,3	19,6	19,6	29,3	29,3	29,3	18,9
5	P ₂ O ₅	21,3	21,3	21,2	27,3	27,3	21,2	21,2	21,2	12,2
	B ₂ O ₃	12,0	12,0	12,0	7,0	7,0	12,0	12,0	12,0	26,6
	Li ₂ O									
	Na ₂ O									
	K ₂ O	14,2	14,2	14,2	9,3	9,3	14,2	14,2	14,2	15,1
	MgO	1,4	1,4	1,4			1,4	1,4	1,4	1,5
	CaO									
10	SrO									
	BaO				19,8	19,8				
	PbO		0,25	0,5			0,5	0,5	0,5	2,8
	TiO ₂									
	ZrO ₂									
	HfO ₂									
15	ZnO									
	Ag ₂ O	0,29	0,27	0,31	0,35	0,35	0,25	0,27	0,36	0,13
	CuO	0,19	0,038	0,044	0,16	0,18	0,035	0,075	0,038	0,030
	Cl	0,25	0,22	0,19	0,53	0,33	0,12	0,28	0,19	0,28
	Br	0,16	0,19	0,18	0,03	0,09	0,26	0,17	0,15	0,22
	ODd	0,05	0,616	0,617	0,636	0,579	0,372	0,390	0,861	1,17
20	OD FT	1	18	14	63	24	10	8	24	400
	HT°C	705	725	720	640	640	745	735	720	580
	n _D	1,482	1,486	1,491	1,519	1,519	1,491	1,491	1,491	1,481

25

30

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
17,0	21,4	21,4	21,4	22,9	22,3	21,8	21,4	21,2	20,5	19,9
19,6	29,3	29,3	29,3	18,9	18,4	17,9	18,8	18,6	18,0	17,4
27,3	21,2	21,2	21,2	12,2	11,9	11,6	26,1	25,8	25,0	24,2
7,0	12,0	12,0	12,0	26,6	25,9	25,2	16,8	16,6	16,1	15,6
9,3	14,2	14,2	14,2	15,1	14,7	14,3	14,1	13,9	13,5	13,1
	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	2,8			
								3,8		
19,8									6,85	9,8
	0,5	0,5	0,5	2,8	5,4	7,8				
0,35	0,25	0,27	0,36	0,13	0,10	0,18	0,095	0,099	0,12	0,13
0,18	0,035	0,075	0,038	0,030	0,032	0,030	0,038	0,036	0,044	0,039
0,33	0,12	0,28	0,19	0,28	0,22	0,21	0,23	0,22	0,34	0,38
0,09	0,26	0,17	0,15	0,22	0,14	0,17	0,25	0,26	0,34	0,39
0,579	0,372	0,390	0,861	1,17	0,90	1,09	0,196	0,183	0,234	0,26
24	10	8	24	400	140	840	8	8	8	15
640	745	735	720	580	570	600	645	645	645	615
9 1,519	1,491	1,491	1,491	1,4815	1,4915	1,497	1,483	1,488	1,496	1,499

Vidrio No.	Peso%										75	76	77	78	79	80	81	82
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79								
1	22,0	22,5	22,2	21,6	21,2	20,5	17,5	13,7	18,0	14,4	10,9	17,7	14,0	10,5				
	SiO ₂	30,7	30,3	29,5	28,9	28,4	32,9	35,5	29,3	29,2	29,0	31,6	33,2	34,7				
	Al ₂ O ₃	22,3	22,0	21,4	21,0	20,6	22,8	24,7	21,2	21,1	21,0	22,0	23,2	24,3				
5	17,3	12,7	12,5	12,1	11,8	11,6	11,7	11,4	16,0	19,9	23,8	13,4	14,7	15,9				
	B ₂ O ₃	9,8	11,1	5,4	6,0	6,6	13,7	13,3	14,1	14,0	13,9	13,9	13,6	13,3				
	Li ₂ O	1,47	1,45	1,41	1,38	1,36	1,36	1,32	1,39	1,38	1,38	1,37	1,34	1,32				
	Na ₂ O																	
	K ₂ O																	
	MgO																	
	CaO																	
10																		
	SrO																	
	BaO																	
	PbO	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5												
	TiO ₂																	
	ZrO ₂																	
	HfO ₂																	
15																		
	ZrO	0,13	0,32	0,31	0,29	0,26	0,26	0,28	0,24	0,25	0,25	0,24	0,29	0,23				
	As ₂ O	0,048	0,041	0,048	0,037	0,037	0,036	0,036	0,036	0,037	0,037	0,036	0,033	0,036				
	CuO	0,32	0,21	0,25	0,24	0,32	0,31	0,27	0,33	0,30	0,31	0,30	0,26	0,28				
	Cl	0,34	0,23	0,25	0,26	0,25	0,25	0,23	0,22	0,28	0,28	0,24	0,27	0,29				
	Br	0,10	0,184	0,228	0,319	0,453	0,152	0,199	0,115	0,13	0,144	0,119	0,135	0,122				
20	OD FT	6	5	4	12	30	2	3	2	2	2	1	2	1				
	H ₂ O	630	745	745	720	710	720	720	720	720	710	725	725	725				
	FD	1,487	1,487	1,489	1,487	1,488	1,484	1,484	1,484	1,483	1,483	1,483	1,484	1,485				

1	Vidrio No.								
		69	70	71	72	73	74	75	76
	Peso%								
	SiO ₂	22,0	22,5	22,2	21,6	21,2	20,8	17,5	13,7
	Al ₂ O ₃	19,3	30,7	30,3	29,5	28,9	28,4	32,9	35,5
5	P ₂ O ₅	26,8	22,3	22,0	21,4	21,0	20,6	22,8	24,7
	B ₂ O ₃	17,3	12,7	12,5	12,1	11,8	11,6	11,7	11,4
	Li ₂ O								
	Na ₂ O	11,7	9,8	11,1	5,4	6,0	6,6		
	K ₂ O				8,1	9,2	10,1	13,7	13,3
	MgO	2,9	1,47	1,45	1,41	1,38	1,36	1,36	1,32
	CaO								
10	SrO								
	BaO								
	PbO		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
	TiO ₂								
	ZrO ₂								
	HfO ₂								
15	ZrO								
	Ag ₂ O	0,13	0,32	0,31	0,29	0,27	0,26	0,26	0,28
	CuO	0,048	0,041	0,048	0,037	0,037	0,037	0,036	0,036
	Cl	0,32	0,21	0,25	0,24	0,28	0,32	0,31	0,27
	Br	0,34	0,23	0,25	0,26	0,23	0,25	0,25	0,23
	ODd	0,10	0,184	0,228	0,319	0,336	0,453	0,152	0,199
20	½ OD FT	6	5	4	12	12	30	2	3
	HT°C	630	745	745	720	710	710	720	720
	n _D	1,487	1,487	1,489	1,487	1,488	1,490	1,484	1,484

25

30

	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
6	21,2	20,8	17,5	13,7	18,0	14,4	10,9	17,7	14,0	10,5
5	28,9	28,4	32,9	35,5	29,3	29,2	29,0	31,6	33,2	34,7
4	21,0	20,6	22,8	24,7	21,2	21,1	21,0	22,0	23,2	24,3
1	11,8	11,6	11,7	11,4	16,0	19,9	23,8	13,4	14,7	15,9
	6,0	6,6								
	9,2	10,1	13,7	13,3	14,1	14,0	13,9	13,9	13,6	13,3
11	1,38	1,36	1,36	1,32	1,39	1,38	1,38	1,37	1,34	1,32
	0,5	0,5								
9	0,27	0,26	0,26	0,28	0,24	0,25	0,25	0,24	0,29	0,28
37	0,037	0,037	0,036	0,036	0,036	0,037	0,037	0,036	0,033	0,036
4	0,28	0,32	0,31	0,27	0,33	0,30	0,31	0,30	0,26	0,28
6	0,23	0,25	0,25	0,23	0,22	0,28	0,28	0,24	0,27	0,29
19	0,336	0,453	0,152	0,199	0,115	0,13	0,144	0,119	0,135	0,122
	12	30	2	3	2	2	2	1	2	1
20	710	710	720	720	720	720	710	725	725	725
487	1,488	1,490	1,484	1,484	1,483	1,483	1,483	1,484	1,485	1,486

Viário No.	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Peso%													
SiO ₂	11,2	10,7	10,5	10,2	9,9	10,4	9,7	9,3	9,4	9,1	9,4	9,7	10,1
Al ₂ O ₃	29,7	28,4	27,7	27,1	26,2	27,6	25,6	24,5	24,8	24,0	25,0	25,7	26,8
P ₂ O ₅	21,5	20,5	20,1	19,6	19,0	19,4	18,7	17,8	18,1	17,5	18,1	18,6	19,4
B ₂ O ₃	24,3	23,3	22,7	22,2	21,5	22,6	21,0	20,1	20,3	19,7	20,5	21,0	22,0
Li ₂ O													
Na ₂ O	4,7						13,5	11,8	13,1	12,6	12,0	12,3	12,9
K ₂ O	7,1	13,6	13,3	13,1	12,6	13,6							
MgO	1,41						3,08	4,43	3,87	4,61		1,63	4,23
CaO		,94	1,53	2,09	2,89	1,56							
SrO													
BaO		2,56	4,17	5,71	7,89	4,25	8,42	12,1	10,6	12,61	15,1	11,1	4,66
PbO													
TiO ₂													
ZrO ₂													
ZnO													
As ₂ O	0,28	0,26	0,26	0,27	0,21	0,23	0,21	0,27	0,22	0,23	0,27	0,22	0,23
CuO	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
Cl	0,26	0,40	0,44	0,32	0,37	0,38	0,39	0,46	0,60	0,52	0,46	0,34	0,36
Br	0,52	0,43	0,37	0,39	0,32	0,37	0,35	0,33	0,38	0,33	0,35	0,37	0,38
ODd	0,10	0,168	0,144	0,208	0,311	0,167	0,418	0,383	0,727	0,549	0,52	0,382	0,280
MODft	2	5	3	4	7	4	10	11	18	17	22	12	5
HTC	640	640	640	640	640	640	620	605	660	635	615	615	640
n _D		1,454	1,491	1,496	1,515	1,491	1,505	1,519	1,514	1,519	1,51	1,507	1,502

1

5

10

15

20

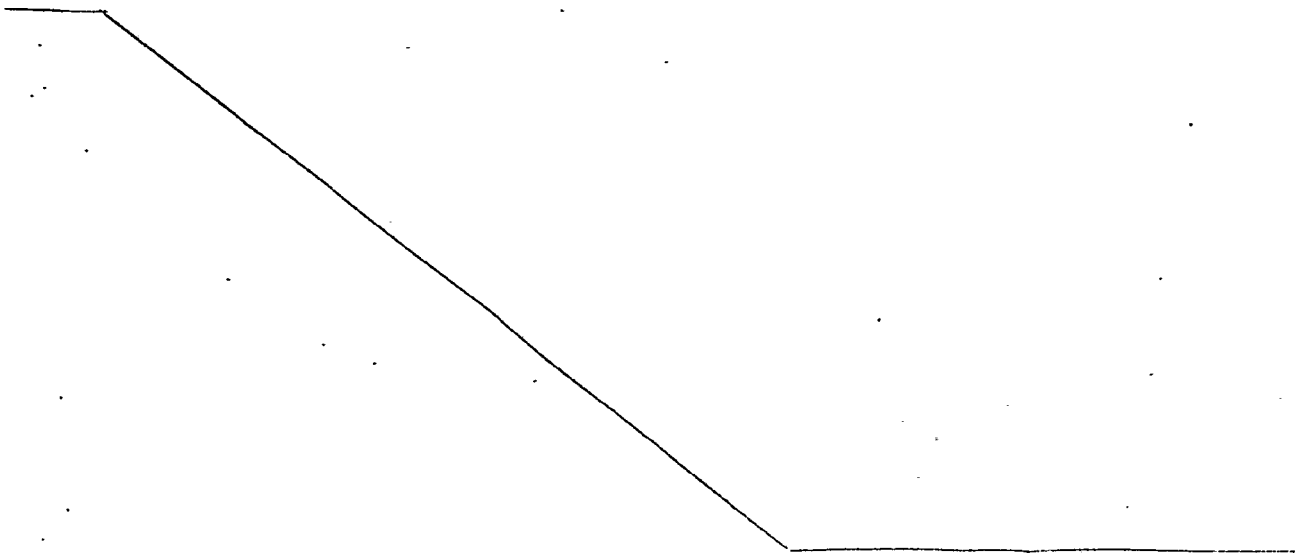
25

	Vidrio No.	83	84	85	86	87	88	89	90	91
1	Peso%									
	SiO ₂	11,2	10,7	10,5	10,2	9,9	10,4	10,2	9,7	9,3
	Al ₂ O ₃	29,7	28,4	27,7	27,1	26,2	27,6	26,8	25,6	24,5
	P ₂ O ₅	21,5	20,5	20,1	19,6	19,0	20,0	19,4	18,7	17,8
	B ₂ O ₃	24,3	23,3	22,7	22,2	21,5	22,6	22,0	21,0	20,1
5	Li ₂ O									
	Na ₂ O	4,7								
	K ₂ O	7,1	13,6	13,3	13,1	12,6	13,6	13,5	13,5	11,8
	MgO	1,41								
	CaO		,94	1,53	2,09	2,89	1,56	2,17	3,08	4,43
	SrO									
	BaO		2,56	4,17	5,71	7,89	4,25	5,93	8,42	12,1
10	PbO									
	TiO ₂									
	ZrO ₂									
	ZnO									
	As ₂ O	0,28	0,26	0,26	0,27	0,21	0,23	0,21	0,21	0,27
	CuO	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
15	Cl	0,26	0,40	0,44	0,32	0,37	0,38	0,34	0,39	0,46
	Br	0,32	0,43	0,37	0,39	0,32	0,37	0,33	0,35	0,33
	ODd	0,10	0,168	0,144	0,208	0,311	0,167	0,24	0,418	0,383
	½ODft	2	5	3	4	7	4	4	10	11
	HT°C	640	640	640	640	640	640	640	620	605
20	n _D		1,454	1,491	1,496	1,515	1,491	1,496	1,505	1,51

25

87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
9,9	10,4	10,2	9,7	9,3	9,4	9,1	9,4	9,7	10,1
26,2	27,6	26,8	25,6	24,5	24,8	24,0	25,0	25,7	26,8
19,0	20,0	19,4	18,7	17,8	18,1	17,5	18,1	18,6	19,4
21,5	22,6	22,0	21,0	20,1	20,3	19,7	20,5	21,0	22,0
12,6	13,6	13,5	13,5	11,8	13,1	12,6	12,0	12,3	12,9
2,89	1,56	2,17	3,08	4,43	3,87	4,61		1,63	4,23
7,89	4,25	5,93	8,42	12,1	10,6	12,61	15,1	11,1	4,66
0,21	0,23	0,21	0,21	0,27	0,22	0,23	0,27	0,22	0,23
0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
0,37	0,38	0,34	0,39	0,46	0,60	0,52	0,46	0,34	0,36
0,32	0,37	0,33	0,35	0,33	0,38	0,33	0,35	0,37	0,38
0,311	0,167	0,24	0,418	0,383	0,727	0,549	0,52	0,382	0,280
7	4	4	10	11	18	17	22	12	5
640	640	640	620	605	660	635	615	615	640
5	1,515	1,491	1,505	1,519	1,514	1,519	1,51	1,507	1,502

0	101	102	103	104	105	106	107	108	109
9	9,9	9,9	10,35	9,68	10,12	10,21	10,30	10,43	9,38
2	26,2	26,3	27,47	25,69	26,85	27,09	27,33	27,67	24,80
0	19,0	19,0	19,89	18,60	19,44	19,61	19,79	20,03	18,09
5	21,5	21,5	22,51	21,05	22,00	22,00	22,39	22,67	20,33
		2,05	7,85		4,19	3,88	3,56	7,85	
6	12,6	10,04		14,43	6,37	5,89	5,40		13,01
89	2,89	2,89	3,0	2,82	2,95	2,98	3,01	3,04	2,98
89	7,89	7,89	8,2	7,72	8,07	8,14	8,22	8,32	11,41
7	0,21	0,26	0,29	0,22	0,26	0,26	0,29	0,26	0,26
38	0,038	0,035	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
29	0,38	0,60	0,43	0,39	0,49	0,49	0,55	0,34	0,65
31	0,31	0,37	0,32	0,28	0,39	0,39	0,39	0,36	0,51
255	0,321	0,376	0,547	0,452	0,226	0,421	0,556	0,451	0,445
	9	7	12	12	20	33	15	21	16
49	640	640	680	610	660	680	680	680	625
505	1,505	1,506	1,513	1,505	1,509	1,508	1,509	1,511	1,513



No.	110	111	112	113	114	115	116	117	118
SiO ₂	9,08	8,81	9,61	9,53	10,6	10,2	10,0	9,8	9,5
Al ₂ O ₃	24,02	23,28	25,41	25,19	33,6	34,0	33,3	32,6	31,1
P ₂ O ₅	17,52	16,98	18,54	18,38	24,9	23,8	23,2	22,7	22,1
B ₂ O ₃	19,68	19,08	20,83	20,65	16,1	15,6	15,2	14,9	14,1
Li ₂ O									
Na ₂ O									
K ₂ O	13,01	12,21	13,33	13,22	13,5	13,1	12,8	12,5	12,1
MgO					1,33				
CaO	2,98	2,80	3,05	3,03		0,9	1,46	2,00	2,1
SrO									
BaO	14,21	16,83	8,35	8,28		2,45	4,00	5,48	7,1
PbO									
TiO ₂			0,87	1,73					
ZrO ₂									
ZnO									
Ag ₂ O	0,22	0,25	0,23	0,23	0,30	0,26	0,35	0,26	0,2
CuO	0,037	0,037	0,037	0,037	0,038	0,038	0,038	0,038	0,0
Cl	0,47	0,44	0,53	0,43	0,2	0,33	0,30	0,31	0,3
Br	0,31	0,36	0,38	0,26	0,37	0,38	0,34	0,32	0,3
ODd	0,498	0,638	0,402	0,277	0,214	0,193	0,225	0,270	0,4
10Dft	18	21	10	9	3	4	3	8	15
HT°C	640	595	617	617	690	695	695	695	68
n _D	1,519	1,524	1,511	1,518	1,481	1,494	1,494	1,498	1,4

25

30

114	115	116	117	118	119	120.	121	122	- 19 - 123
10,6	10,2	10,0	9,8	9,5	10,0	9,1	10,0	9,5	9,5
33,6	34,0	33,3	32,6	31,6	33,2	30,1	33,1	31,6	31,6
24,9	23,8	23,2	22,7	22,0	23,2	21,0	23,1	22,0	22,0
16,1	15,6	15,2	14,9	14,5	15,2	13,8	15,2	14,5	14,8
13,5	13,1	12,8	12,5	12,1	13,0	11,5	12,7	12,1	12,1
1,33									
	0,9	1,46	2,00	2,8	2,46		5,86	2,8	2,8
	2,45	4,00	5,48	7,58	4,0	14,5		7,58	7,58
0,30	0,26	0,36	0,26	0,25	0,27	0,24	0,24	0,22	0,21
0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
0,2	0,33	0,30	0,31	0,36	0,30	0,41	0,36	0,39	0,38
0,37	0,38	0,34	0,32	0,31	,28	0,31	0,25	0,24	0,31
0,214	0,193	0,225	0,270	0,403	0,234	0,572	0,293	0,492	0,321
3	4	3	8	15	6	70	4	24	9
690	695	695	695	680	690	615	660	680	640
1,481	1,494	1,494	1,498	1,505	1,493	1,51	1,501	1,505	1,505

No.	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
1	SiO ₂	17,6	17,2	9,6	13,6	16,5	16,1	21,1	18,4	17,0	16,6	18,7	15,1
	Al ₂ O ₃	29,3	28,6	32,0	28,7	26,7	27,1	28,8	29,5	27,9	32,8	22,1	32,4
	P ₂ O ₅	11,1	10,8	18,5	13,7	7,9	14,6	20,9	13,6	14,6	22,9	18,6	22,6
	B ₂ O ₃	17,1	16,7	21,0	16,1	19,5	21,9	11,8	13,4	13,9	7,0	10,5	11,0
	Li ₂ O	1,5	1,5						1,4	1,4	0,66		3,0
5	Na ₂ O			3,3							3,73		
	K ₂ O	10,5	12,5	5,1	13,3	14,1	13,7	13,9	9,7	9,7	5,69	12,3	5,1
	MgO												
	CaO	3,5	3,4	2,8	3,1	3,2	3,1	0,95		3,2	2,9	4,5	2,8
	SrO												
10	BaO	9,5	9,3	7,7	8,3	8,8	8,6	2,6	14,1	12,3	7,8	12,3	7,8
	PbO												
	TiO ₂					1,26	1,23					0,91	0,89
	ZrO ₂					1,95	1,89						1,36
	HfO ₂												
ZnO													
15	Ag ₂ O	0,33	0,33	0,31	0,40	0,29	0,26	0,20	0,26	0,25	0,22	0,25	0,26
	CuO	0,035	0,035	0,036	0,029	0,036	0,03	0,038	0,03	0,03	0,037	0,035	0,036
	Cl	0,46	0,45	0,48	0,45	0,44	0,49	0,48	0,57	0,58	0,43	0,6	0,37
	Br	0,26	0,25	0,38	0,27	0,26	0,30	0,27	0,28	0,26	0,32	0,29	0,30
	ODd	0,53	0,90	0,208	1,07	0,171	0,57	0,96	0,4	0,51	0,762	0,26	0,642
20	1/2 OD FT	15	27	27	36	24	60	14	24	18	30	54	6
	Hf ^o C	620	620	700	670	660	660	670	630	620	640	610	650
	ηD	1,523	1,522	1,511	1,524	1,528	1,517	1,524	1,518	1,518	1,524	1,519	1,522

	No.	128	129	130	131	132	133	134	135
1									
	SiO ₂	17,6	17,2	9,6	13,6	16,5	10,1	16,1	21,1
	Al ₂ O ₃	29,3	28,6	32,0	28,7	26,7	30,3	27,1	28,1
	P ₂ O ₅	11,1	10,8	18,5	13,7	7,9	14,6	14,2	20,1
5	B ₂ O ₃	17,1	16,7	21,0	16,1	19,5	21,9	14,2	11,1
	Li ₂ O	1,5	1,5						
	Na ₂ O			3,3			5,7		
	K ₂ O	10,5	12,5	5,1	13,3	14,1	5,4	13,7	13,1
	MgO								
	CaO	3,5	3,4	2,8	3,1	3,2	3,2	3,1	0,9
	SrO								
10	BaO	9,5	9,3	7,7	8,3	8,8	8,8	8,6	2,1
	PbO								
	TiO ₂					1,26		1,23	
	ZrO ₂					1,95		1,89	
	HfO ₂								
	ZnO								
15	Ag ₂ O	0,33	0,33	0,31	0,40	0,29	0,33	0,26	0,20
	CuO	0,035	0,035	0,036	0,029	0,036	0,037	0,03	0,03
	Cl	0,46	0,45	0,48	0,45	0,44	0,47	0,49	0,48
	Br	0,26	0,25	0,38	0,27	0,26	0,39	0,30	0,27
	ODd	0,53	0,90	0,208	1,07	0,71	0,57	0,96	0,4
	½ OD FT	15	27	27	36	24	18	60	14
20	HT°C	620	620	700	670	660	680	660	670
	n _D	1,523	1,522	1,511	1,524	1,528	1,517	1,524	1,5

25

30

131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
13,6	16,5	10,1	16,1	21,1	18,4	17,0	16,6	18,7	13,1
28,7	26,7	30,3	27,1	28,8	29,5	27,9	32,8	22,1	32,4
13,7	7,9	14,6	14,2	20,9	13,6	14,6	22,9	18,6	22,6
16,1	19,5	21,9	14,2	11,8	13,4	13,9	7,0	10,5	11,0
					1,4	1,4	0,66		3,0
		5,7					3,73		
13,3	14,1	5,4	13,7	13,9	9,7	9,7	5,69	12,3	5,1
3,1	3,2	3,2	3,1	0,95		3,2	2,9	4,5	2,8
8,3	8,8	8,8	8,6	2,6	14,1	12,3	7,8	12,3	7,8
	1,26		1,23					0,91	0,89
	1,95		1,89						1,36
0,40	0,29	0,33	0,26	0,20	0,26	0,25	0,22	0,25	0,26
0,029	0,036	0,037	0,03	0,038	0,03	0,03	0,037	0,035	0,036
0,45	0,44	0,47	0,49	0,48	0,57	0,58	0,43	0,6	0,37
0,27	0,26	0,39	0,30	0,27	0,28	0,26	0,32	0,29	0,30
1,07	0,71	0,57	0,96	0,4	0,51	0,762	0,26	0,642	0,232
36	24	18	60	14	24	18	30	54	6
670	660	680	660	670	630	620	640	610	650
1,524	1,528	1,517	1,524	1,518	1,518	1,524	1,519	1,522	1,530

	No.	141	142	143	144	145	146	147	148
1	SiO ₂	15,9	17,3	8,5	17,91	18,5	13,57	13,20	9,2
	Al ₂ O ₃	28,3	28,3	27,8	13,03	36,5	33,61	29,46	24,5
	P ₂ O ₅	20,8	14,9	16,5	21,76	25,5	23,48	14,24	17,7
	B ₂ O ₃	9,8	14,1	18,7	16,68	8,0	11,40	17,46	20,1
5	Li ₂ O	1,3	1,4			2,2	3,79	3,04	
	Na ₂ O								
	K ₂ O	10,1	11,0	15,0	9,82	9,3	3,22	4,07	18,5
	MgO								
	CaO		3,3	2,6			2,85	3,13	2,7
	SrO								
10	BaO	11,9	8,9	16,0	20,08		8,08	15,40	7,4
	PbO								
	TiO ₂		0,92						
	ZrO ₂								
	HfO ₂								
	ZnO								
15	Ag ₂ O	0,26	0,24	0,24	0,12	0,29	0,35	0,31	0,27
	CuO	0,032	0,032	0,032	0,03	0,037	0,03	0,03	0,035
	Cl	0,42	0,46	0,58	0,43	0,23	0,44	0,44	0,62
	Br	0,29	0,26	0,48	0,41	0,19	0,36	0,34	0,55
	ODd	0,622	0,646	0,959	0,315	0,11	0,108	0,403	0,721
	½ODft	27	27	185	18	4	3	12	72
	HT°C	640	580	585	680	700	660	660	610
20	n _D	1,521	1,523	1,521		1,492			1,501

25

30

	145	146	147	148	149	150	151	152	153
1	18,5	13,57	13,20	9,2	22,21	8,8	9,36	8,5	20,8
3	36,5	33,61	29,46	24,5	27,36	28,0	33,98	29,4	28,4
6	25,5	23,48	14,24	17,7	15,77	17,0	17,98	20,5	20,6
8	8,0	11,40	17,46	20,1	18,60	19,0	20,35	13,5	11,6
	2,2	3,79	3,04				3,23		6,6
	9,3	3,22	4,07	18,5	14,61	12,1	4,91	12,2	11,4
					1,44				
		2,85	3,13	2,7		2,2	2,73	4,24	
08		8,08	15,40	7,4		16,7	7,46	11,6	0,5
						1,30			
2	0,29	0,35	0,31	0,27	0,12	0,23	0,25	0,19	0,26
3	0,037	0,03	0,03	0,035	0,03	0,035	0,03	0,038	0,037
3	0,23	0,44	0,44	0,62	0,38	0,79	0,24	0,49	0,32
1	0,19	0,36	0,34	0,55	0,31	0,44	0,32	0,29	0,25
15	0,11	0,108	0,403	0,721	0,09	0,83	0,08	0,621	0,453
	4	3	12	72	3,-	21	2	210	30
	700	660	660	610	699	660	660	700	710
	1,492			1,505	1,482	1,525		1,520	1,490

No.	154	155	156	157	158	159	160	161	162	165	164	165	166
1	9,5	17,3	17,1	16,3	14,1	14,4	9,4	12,0	13,3	17,3	17,2	13,6	13,1
	26,1	30,7	30,4	29,0	27,3	27,5	26,0	26,4	27,4	28,4	27,0	28,7	32,5
5	16,7	14,9	14,7	14,0	12,2	19,9	16,7	19,1	17,6	14,9	14,8	13,7	22,7
	20,5	14,2	14,C	13,3	19,8	17,8	20,4	19,3	17,6	14,2	14,1	16,1	11,1
		2,1	2,1	1,3						1,7	1,4		0,66
	13,1	8,8	9,8	9,3	13,2	3,6	13,1	10,4	9,5	9,9	9,8	13,3	5,64
10	3,0	3,3	3,2		3,1	3,0	3,0	2,9	3,2		3,3	3,1	2,9
	8,2	8,9	8,8	16,8	8,4	8,3	8,2	7,9	8,6	12,5	12,5	8,3	7,8
	3,0						2,54			0,95		1,20	
							0,68					1,84	
15	0,39	0,28	0,25	0,25	0,27	0,25	0,30	0,26	0,35	0,27	0,30	0,50	0,23
	0,034	0,036	0,037	0,033	0,034	0,037	0,035	0,039	0,037	0,030	0,030	0,029	0,037
	0,51	0,55	0,44	0,38	0,60	0,47	0,43	0,40	0,53	0,40	0,50	0,40	0,49
	0,53	0,32	0,26	0,26	0,32	0,40	0,25	0,36	0,29	0,24	0,30	0,25	0,40
	0,662	0,403	0,581	0,736	0,637	0,12	0,687	0,29	0,55	0,568	0,551	1,0	0,437
	18	12	24	114	30	5	12	12	21	18	24	36	10
	660	610	590	610	665	640	670	640	670	585	655	620	595
20	1,523	1,523	1,523	1,523	1,524	1,509	1,522	1,508	1,512	1,520	1,523	1,524	1,514

	No.	154	155	156	157	158	159	160	161
1	SiO ₂	9,5	17,3	17,1	16,3	14,1	14,4	9,4	12,0
	Al ₂ O ₃	26,1	30,7	30,4	29,0	27,3	27,5	26,0	26,4
	P ₂ O ₅	16,7	14,9	14,7	14,0	12,2	19,9	16,7	19,1
5	B ₂ O ₃	20,5	14,2	14,0	13,3	19,8	17,8	20,4	19,3
	Li ₂ O		2,1	2,1	1,3				
	Na ₂ O						3,6		2,1
	K ₂ O	13,1	8,8	9,8	9,3	13,2	5,4	13,1	10,4
	MgO								
	CaO	3,0	3,3	3,2		3,1	3,0	3,0	2,9
	SrO								
10	BaO	8,2	8,9	8,8	16,8	8,4	8,3	8,2	7,9
	PbO								
	TiO ₂	3,0						2,54	
	ZrO ₂							0,68	
	H ₂ O								
	ZnO								
15	Ag ₂ O	0,39	0,28	0,25	0,25	0,27	0,25	0,30	0,26
	CuO	0,034	0,036	0,037	0,033	0,034	0,037	0,035	0,03
	Cl	0,51	0,55	0,44	0,38	0,60	0,47	0,43	0,40
	Br	0,53	0,32	0,26	0,26	0,32	0,40	0,25	0,36
	ODd	0,662	0,403	0,581	0,736	0,637	0,12	0,687	0,29
	1/2ODft	18	12	24	114	30	5	12	12
	HT°C	660	610	590	610	665	640	670	640
20	n _D	1,523	1,523	1,523	1,523	1,524	1,509	1,522	1,5

25

30

57	158	159	160	161	162	163	164	165	166
6,3	14,1	14,4	9,4	12,0	13,3	17,3	17,2	13,6	13,1
9,0	27,3	27,5	26,0	26,4	27,4	28,4	27,0	28,7	32,5
4,0	12,2	19,9	16,7	19,1	17,6	14,9	14,8	13,7	22,7
3,3	19,8	17,8	20,4	19,3	17,6	14,2	14,1	16,1	11,1
,3						1,7	1,4		0,66
		3,6		2,1	2,8				3,71
,3	13,2	5,4	13,1	10,4	9,5	9,9	9,8	13,3	5,64
	3,1	3,0	3,0	2,9	3,2		3,3	3,1	2,9
6,8	8,4	8,3	8,2	7,9	8,6	12,5	12,5	8,3	7,8
			2,54			0,95		1,20	
			0,68					1,84	
,25	0,27	0,25	0,30	0,26	0,35	0,27	0,30	0,50	0,23
,033	0,034	0,037	0,035	0,039	0,037	0,030	0,030	0,029	0,037
,38	0,60	0,47	0,43	0,40	0,53	0,40	0,50	0,40	0,49
,26	0,32	0,40	0,25	0,36	0,29	0,24	0,30	0,25	0,40
,736	0,637	0,12	0,687	0,29	0,55	0,568	0,551	1,0	0,437
114	30	5	12	12	21	18	24	36	10
610	665	640	670	640	670	585	655	620	585
1,523	1,524	1,509	1,522	1,508	1,512	1,520	1,523	1,524	1,514

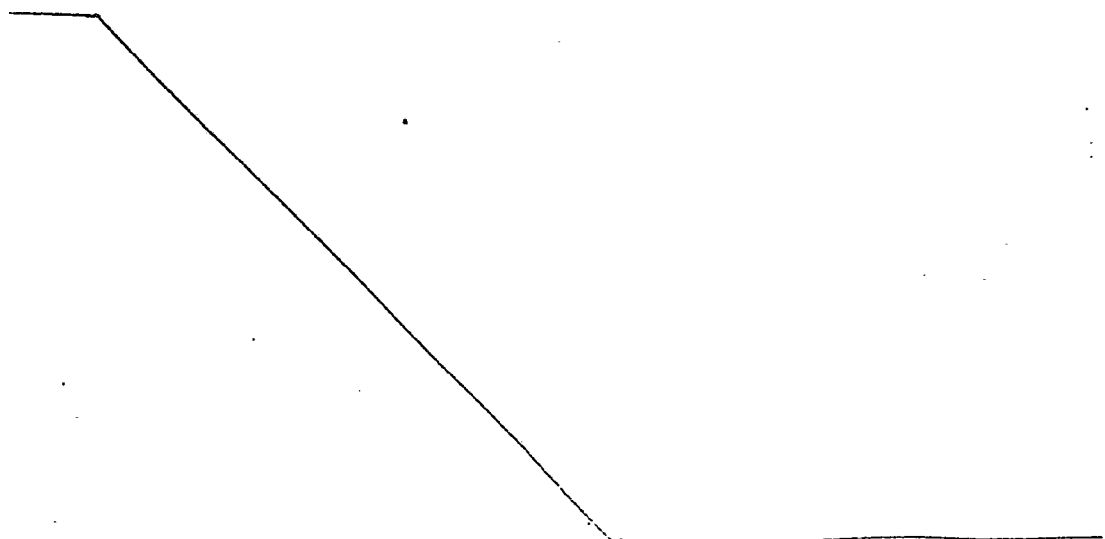
	No.	167	168	169	170	171	172	173
1								
	SiO ₂	13,8	21,4	9,57	9,91	9,5	8,9	8,9
	Al ₂ O ₃	30,9	29,3	25,30	31,94	26,3	25,5	19,2
	P ₂ O ₅	14,9	21,1	18,46	11,15	16,7	14,3	17,2
5	B ₂ O ₃	18,3	12,0	20,74	21,48	20,6	19,2	22,3
	Li ₂ O	2,1	0,7					
	Na ₂ O							
	K ₂ O	7,7	14,0	13,27	13,69	16,5	12,3	12,4
	MgO		1,4	1,31				
	CaO	3,3	3,04	3,14	2,8	2,8	2,8	2,8
	SrO							
10	BaO	8,97	8,32	8,58	7,6	16,97	17,1	
	PbO							
	TiO ₂							
	ZrO ₂							
	HfO ₂							
	ZnO							
15	Ag ₂ O	0,26	0,24	0,24	0,32	0,25	0,20	0,29
	CuO	0,04	0,037	0,037	0,037	0,035	0,032	0,035
	Cl	0,45	0,25	0,53	0,48	0,40	0,54	0,43
	Br	0,29	0,18	0,36	0,28	0,31	0,33	0,40
	ODd	0,371	0,651	0,378	0,928	0,89	0,903	0,545
	∑ODft	8	36	12	24	14	38	18
	HT°C	690	630	630	640	635	650	600
20	n _D	1,524	1,436	1,507	1,515	1,505	1,526	1,522

	No.	167	168	169	170	171	172	173
1								
	SiO ₂	13,8	21,4	9,57	9,91	9,5	8,9	8
	Al ₂ O ₃	30,9	29,3	25,30	31,94	26,3	25,5	19
	P ₂ O ₅	14,9	21,1	18,46	11,15	16,7	14,3	1
5	B ₂ O ₃	18,3	12,0	20,74	21,48	20,6	19,2	2
	Li ₂ O	2,1	0,7					
	Na ₂ O							
	K ₂ O	7,7	14,0	13,27	13,69	16,5	12,3	1
	MgO		1,4	1,31				
	CaO	3,3		3,04	3,14	2,8	2,8	2
	SrO							
10	BaO	8,97		8,32	8,58	7,6	16,97	1
	PbO							
	TiO ₂							
	ZrO ₂							
	HfO ₂							
	ZnO							
15	Ag ₂ O	0,26	0,24	0,24	0,32	0,25	0,20	0,4
	CuO	0,04	0,037	0,037	0,037	0,035	0,032	0,0
	Cl	0,45	0,25	0,53	0,48	0,40	0,54	0,4
	Br	0,29	0,18	0,36	0,28	0,31	0,33	0,4
	ODd	0,371	0,651	0,378	0,928	0,89	0,903	0,5
	½ODft	8	36	12	24	14	38	18
	HT°C	690	630	630	640	635	650	60
20	n _D	1,524	1,436	1,507	1,515	1,505	1,526	1,

25

30

58	169	170	171	172	173
9,4	9,57	9,91	9,5	8,9	8,9
9,3	25,30	31,94	26,3	25,5	19,2
9,1	18,46	11,15	16,7	14,3	17,2
2,0	20,74	21,48	20,6	19,2	22,3
7					
1,0	13,27	13,69	16,5	12,3	12,4
4	1,31				
	3,04	3,14	2,8	2,8	2,8
	8,32	8,58	7,6	16,97	17,1
24	0,24	0,32	0,25	0,20	0,29
37	0,037	0,037	0,035	0,032	0,035
25	0,53	0,48	0,40	0,54	0,43
8	0,36	0,28	0,31	0,33	0,40
51	0,378	0,928	0,89	0,903	0,545
5	12	24	14	38	18
30	630	640	635	650	600
435	1,507	1,515	1,505	1,526	1,522



La siguiente Tabla II relaciona una serie de composiciones de vidrios fotocromicos conforme a la invención que se pueden endurecer químicamente por intercambio iónico según se menciona más arriba con las cargas compresivas en libras por pulgada cuadrada y la profundidad de penetración en micras conseguida cuando se efectúa el trueque de iones por inmersión durante 16 horas en un baño de KNO_3 derretida a $470^\circ C$, así como las propiedades fotocromicas de los vidrios endurecidos. En el caso de los vidrios 174, 175 y 178, el trueque es de iones de potasio por iones de sodio. En el vidrio 176 los iones de potasio se cambian por iones de sodio y de litio. En los vidrios 177 y 179, se truecan los iones de potasio por iones de litio. Puede verse que el proceso de endurecimiento químico no afecta a las propiedades fotocromicas, por ejemplo comparando las propiedades del vidrio 174 con el vidrio 71 muy similar, en la Tabla I.

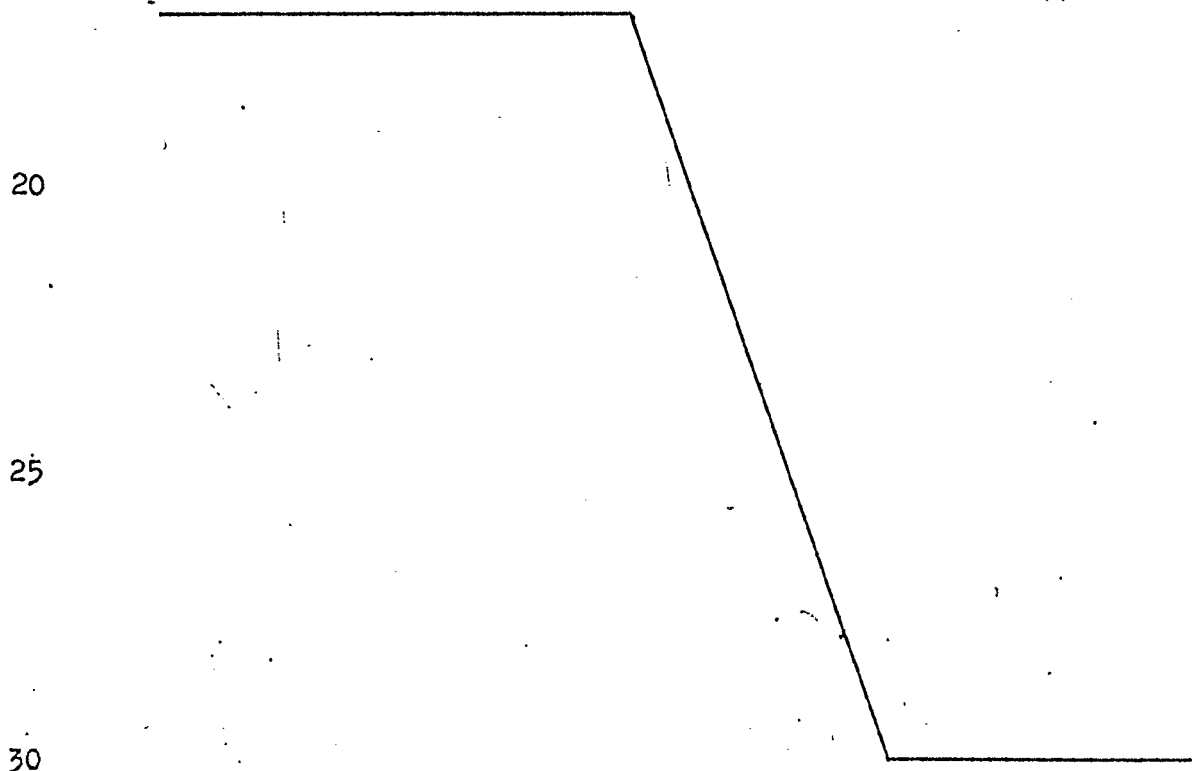


TABLE II

No.	174	175	176	177	178	179
SiO ₂	22,3	10,7	12,0	13,1	15,0	15,5
Al ₂ O ₃	30,5	35,6	32,1	32,4	28,1	27,5
P ₂ O ₅	22,1	24,8	21,7	22,6	17,6	20,2
P ₂ O ₃	12,5	16,3	14,3	11,0	11,6	9,5
Li ₂ O			1,93	2,0		1,3
Na ₂ O	11,1	4,5	1,4		6,1	
K ₂ O		6,8	5,8	8,3	9,3	9,8
MgO	1,45	1,35				
CaO			2,9	2,9	2,7	
SrO						
BaO			8,0	7,8	7,4	16,2
PbO	C ₇ S					
ZrO ₂					1,29	
TiO ₂					0,84	
Ag ₂ O	0,31	0,28	0,25	0,20	0,28	0,27
CuO	0,048	0,036	0,037	0,037	0,037	0,035
Cl	0,25	0,28	0,45	0,38	0,52	0,50
Br	0,25	0,29	0,34	0,34	0,35	0,28
Stress (p.s.i.)	24100	21400	47400	23600	44500	33900
Penetration (μ)	55	85	28	76	60	65
ODd	0,228	0,135	0,14	0,234	1,1	0,536
MODft	4	4	4	15	20	35

TABLE II

1

5

10

15

20

25

30

No.	174	175	176	177
SiO ₂	22,3	10,7	12,0	13,1
Al ₂ O ₃	30,5	35,6	32,1	32,4
P ₂ O ₅	22,1	24,8	21,7	22,6
B ₂ O ₃	12,5	16,3	14,3	11,0
Li ₂ O			1,83	2,0
Na ₂ O	11,1	4,5	1,4	
K ₂ O		6,8	5,8	8,3
MgO	1,45	1,35		
CaO			2,9	2,9
SrO				
BaO			8,0	7,8
PbO	0,5			
ZrO ₂				
TiO ₂				
Ag ₂ O	0,31	0,28	0,25	0,20
CuO	0,048	0,036	0,037	0,037
Cl	0,25	0,28	0,45	0,38
Br	0,25	0,29	0,34	0,34
Stress (p.s.i.)	24100	21400	47400	23800
Penetration (μ)	55	85	28	76
ODd	0,228	0,135	0,14	0,234
1/2ODft	4	4	4	15

	175	176	177	178	179
3	10,7	12,0	13,1	15,0	15,5
5	35,6	32,1	32,4	28,1	27,5
1	24,8	21,7	22,6	17,6	20,2
5	16,3	14,3	11,0	11,6	9,5
		1,83	2,0		1,3
1	4,5	1,4		6,1	
	6,8	5,8	8,3	9,3	9,8
5	1,35				
		2,9	2,9	2,7	
		8,0	7,8	7,4	16,2
				1,29	
				0,84	
1	0,28	0,25	0,20	0,28	0,27
8	0,036	0,037	0,037	0,037	0,035
5	0,28	0,45	0,38	0,52	0,50
5	0,29	0,34	0,34	0,35	0,28
100	21400	47400	23800	44500	33900
	85	28	76	60	65
228	0,135	0,14	0,234	1,1	0,536
	4	4	15	20	35

Las composiciones relacionadas en las Tablas pueden establecerse en la forma siguiente. Se funde la masa bajo condiciones oxidantes o neutras a una temperatura entre 1200 y 1600°C, y después de enfriar, se recuece a una temperatura de entre 450 y 650°C. Se puede efectuar un tratamiento térmico final a continuación, a temperaturas de entre 20 y 100°C por encima del punto de recocido, durante un período de 10 a 60 minutos. Los límites óptimos de temperatura para el tratamiento térmico, para un vidrio particular, se pueden determinar mediante una técnica de gradiente de horno. En algunos casos, puede ser necesario que el vidrio quede sustentado durante el tratamiento térmico, para evitar que se combe.

Las hornadas pueden constituirse a partir de materias primas normales en la confección de vidrio, tales como carbonatos, meta- u ortofosfatos, nitratos y óxidos. Se pueden añadir a las hornadas los componentes de plata y haluro en forma de sales de plata y haluros de sodio o potasio, respectivamente, finamente molidos.

Son necesarias ciertas precauciones durante la fusión para reducir al mínimo las pérdidas por volatilización de los componentes de la masa. Hasta un 60 % en peso de los componentes de haluro y un 30 % en peso de la plata se pueden perder así, y se requieren las necesarias tolerancias durante la preparación de la hornada.

Los vidrios que quedan descritos presentan una útil combinación de efecto fotocromico, medido como densidad óptica inducida, con velocidad de respuesta a la exposición a la radiación actínica o a la supresión de la misma. Aun cuando en algunos vidrios, se observará que la densidad óptica inducida no es elevada, la velocidad de respuesta en tales vidrios es

particularmente rápida. Se pueden usar los vidrios con fines
oftálmicos y para otras aplicaciones en las que se requiera
una protección temporal contra la radiación actínica, tal como
la luz del sol, con un retorno a la transmisión normal cuando
5 se ausente la radiación actínica. Así pues, se pueden emplear
para el vidriado de edificios o de vehículos en algunas circuns-
tancias.

La producción de propiedades fotocromicas en un vi-
drio va asociada a la formación de cristales de haluro de plata
10 en la matriz del vidrio de modo que sean sensibles a la radia-
ción actínica. Por lo tanto, el fabricante de vidrio no sólo
se encuentra ante el problema de escoger una composición de vi-
drio que se pueda fundir y formar satisfactoriamente en un
proceso comercial particular, sino también con el problema de
15 lograr que esto tenga lugar en un vidrio en el que se produzcan
los cristales de haluro de plata en forma sensible a la radiación,
para conferir al vidrio las propiedades fotocromicas satisfac-
torias. Se han hecho muchas sugerencias para explicar el compor-
tamiento de los cristales de haluro de plata en la matriz del
20 vidrio, e incluso la memoria descriptiva de la Patente Britá-
nica 1.428.880 sugiere que en determinadas circunstancias y
con ciertas composiciones de vidrio de fosfato, el haluro de
plata puede estar presente en la matriz del vidrio en fases de
segregación no cristalina.

25 Dado el gran número de componentes que es posible
incorporar en una composición de vidrio, es imposible en la
práctica investigar plenamente todos los cambios y combinaciones,
incluso en un sector elegido de composiciones de vidrio, tal
como se define en una solicitud de Patente para una composición
30 simple de vidrio que no implique el comportamiento de más aditivos.

El problema se complica en el caso de composiciones en las que se produzca otro efecto físico por la adición de otros aditivos, tales como los de la presente invención. Hemos hecho un gran número de vidrios en el curso de nuestra investigación del sector de composición reivindicado en esta solicitud. En los ejemplos seleccionados en este trabajo y relacionados en las Tablas que anteceden para ilustrar nuestra invención, hemos presentado en particular la amplia variación en composición que es posible dentro del sector definido, en términos de los principales componentes constitutivos del vidrio Al_2O_3 , B_2O_3 y P_2O_5 . Hemos ilustrado cómo, con esta amplia variación, se pueden obtener vidrios con una buena combinación de densidad óptica inducida bajo la irradiación de luz actínica, junto con un rápido oscurecimiento en la irradiación y una rápida decoloración cuando cesa la irradiación.

Según queda indicado más arriba, preferimos operar con Al_2O_3 como componente principal. Se incluyen Ejemplos para ilustrar esto en cuando a diversas relaciones de B_2O_3 respecto a P_2O_5 , es decir, desde B_2O_3 mayor que P_2O_5 , hasta B_2O_3 equivalente a P_2O_5 , y hasta el caso en que P_2O_5 sea mayor que B_2O_3 . También hemos aportado ejemplos que indican que es factible confeccionar vidrios adecuados tanto con B_2O_3 como con P_2O_5 como componente máximo. Los Ejemplos ilustran también las posibles variaciones dentro de estos límites, es decir: $B_2O_3 > Al_2O_3 > P_2O_5$ y $B_2O_3 > P_2O_5 > Al_2O_3$, y $P_2O_5 > Al_2O_3 > B_2O_3$ y $P_2O_5 > B_2O_3 > Al_2O_3$.

El nivel de SiO_2 en la composición tiene un pequeño efecto o ninguno, sobre las propiedades fotocromicas del vidrio, pero permite ajustar las propiedades de formación del vidrio, y puede ser, por ejemplo, importante en cuanto a lograr un vidrio que se pueda endurecer fácilmente por medios químicos.

Así pues, el ajuste del nivel de sílice para acomodarse a los cambios en los demás componentes principales (Al_2O_3 , P_2O_5 , B_2O_3) es cuestión de aplicar los conocimientos de la práctica ordinaria en la fabricación del vidrio y el conocimiento de los efectos conocidos en una composición de vidrio por tales cambios.

Se han expuesto Ejemplos en la Tabla I en cuanto a los límites permisibles para los componentes de mayor proporción, pero también se han incluido ejemplos de vidrios en los que los principales componentes no figuran entre los límites señalados, para ayudar al fabricante práctico de vidrio a que se guíe por aquellos terrenos en los que pueden obtenerse los vidrios más útiles e indicar que existe un gran número de vidrios, que han sido comprobados, para identificar y probar los límites válidos de composición que constituyen la base de esta invención. Los Ejemplos no deben en modo alguno considerarse que establezcan límites concretos dentro de nuestra amplia exposición, en la que se obtienen las ventajas de nuestro invento, sino que sólo sirven para demostrar que pueden seleccionarse las composiciones de vidrio en la extensión total, con una particular preferencia en cuanto a seleccionar vidrios cuyo componente principal sea Al_2O_3 . La selección de una composición de vidrio de base adecuada debe ir acompañada también por una selección de las cantidades apropiadas de los aditivos fotocromáticos Ag_2O , CuO , Cl y Br . La posibilidad de variar las cantidades de estos aditivos en la misma composición de base se demuestra en, entre otros, los Ejemplos 43 a 49. Se han expuesto otras variaciones en esta composición en los Ejemplos 7, 8, 9, 57 y 58. Como puede verse, en general, con un aumento en el nivel de Ag_2O , hay un aumento en la densidad óptica inducida.

Por consiguiente, es importante seleccionar una composición adecuada del vidrio de base, asimismo, para experimentar y ajustar el nivel de los aditivos fotocromicos, a fin de dar una densidad óptica inducida deseada a un vidrio particular.

5 Según queda indicado más arriba, se puede efectuar un tratamiento térmico final, y puede haber con algunas composiciones la necesidad de investigar el efecto de los cambios, tanto en tiempo como en temperatura, del tratamiento térmico, para ocasionar la separación de los cristales de haluro de plata
10 en la matriz del vidrio, a fin de conseguir una función óptima del vidrio de que se trate. Esto se puede hacer convenientemente utilizando una barra de muestra del vidrio fundido en un horno de gradientes. Los Ejemplos que muestran una variación en la temperatura del tratamiento térmico, con cierta variación en
15 los aditivos fotocromicos, al tiempo que se mantiene casi la misma composición del vidrio de base, son los Ejemplos 12, 50 a 56, 59 a 61, y 72 a 74.

 Pueden ser necesarios otros ajustes en el nivel de los aditivos fotocromicos, y las condiciones para un tratamiento
20 térmico si se ajusta además una composición mediante cambios en la misma para obtener un índice de refracción deseado, tal como 1,523. El ajuste de un vidrio al índice de refracción oftálmico normal de $1,523 \pm 0,001$ puede verse que es factible con los vidrios de la presente invención. La mayoría de nuestros
25 Ejemplos de la Tabla I, en los que el índice está o ha sido corregido a $1,523 \pm 0,001$ se encuentran dentro del campo en el que Al_2O_3 es el componente máximo de la composición, ya que ésta es la zona en la que se ha comprobado que la combinación de propiedades logradas resulta más ventajosa para una producción a
30 escala comercial de vidrios oftálmicos, pero, como se verá,

el Ejemplo 173 también presenta un índice de refracción en una composición de vidrio en la que B_2O_3 es el componente mayor.

5 En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

1. Un método para la producción de un vidrio fotocromico de alúminofosfato que tiene cristales de haluro de plata dispersados por toda su masa, que comprende, en porcentajes en peso, las siguientes componentes no fotocromicos:

10	SiO_2	8,5 a 25 %
	Al_2O_3	13 a 36,5 %
	P_2O_5	7,5 a 33,5 %
	B_2O_3	7 a 28 %
15	R_2O	7 a 20,5 %

donde R_2O representa uno o más de entre Na_2O , K_2O y Li_2O , siendo el contenido máximo de Li_2O del 5 %, la cantidad de SiO_2 no menor del 16 % cuando el contenido de B_2O_3 es menor de 8%; y opcionalmente, uno o más de los siguientes componentes, expresados en porcentajes en peso:

20 $R'O$ 1 a 21%, en donde $R'O$ representa por lo menos uno entre MgO , CaO , SrO y BaO , dentro de los siguientes límites individuales: $-MgO$: 0 a 4% en peso, CaO : 0 a 6,5% en peso, SrO : 0 a 10% en peso y BaO : 0 a 21% en peso.

25 TiO_2 hasta el 6%
 ZrO_2 hasta el 10%
 PbO hasta el 8%

30 y, como componentes fotocromicos, en porcentajes en peso expresados en cantidades sobre y por encima del 100% total de



todos los demás componentes:

Ag ₂ O	0,06 a 0,60%
CuO	0,005 a 1,0%
Cl + Br	0,20 a 2,0%
Cl	0 a 1,0%
Br	0,08 a 1,0%

5

cuyo procedimiento se caracteriza porque comprende:

10

- (a) fundir una hornada que contenga los componentes formadores de vidrio deseados, a una temperatura de entre 1.200°C y 1.600°C bajo condiciones neutras u oxidantes;
- (b) enfriar la hornada fundida para formar un vidrio que tenga dispersos en todo su interior cristales de haluro de plata;
- (c) opcionalmente, recocer el vidrio a una temperatura entre 450°C y 650°C.

15

2. Un método según la reivindicación 1, caracterizado en que el método incluye, después de la etapa (c), un tratamiento calorífico subsecuente, que se lleva a cabo calentando el vidrio recocido entre 20°C y 100°C por encima de la temperatura de recocido, durante un tiempo de entre 10 y 16 minutos.

20

3. Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque incluye, en vez de la etapa (c), un tratamiento calorífico llevado a cabo directamente después de la fusión de la hornada y después que la hornada ha sido enfriada a la temperatura del tratamiento calorífico, consistiendo este tratamiento calorífico en calentar el vidrio entre 20°C y 100°C por encima de la temperatura de recocido, durante un tiempo de entre 10 a 60 minutos.

25

30

4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones

ciones que anteceden, caracterizado porque el constituyente en mayor cantidad del vidrio es Al_2O_3 , el cual está presente en una cantidad no menor del 22% en peso, mientras que el contenido de P_2O_5 no excede el 25,5% en peso y el contenido de B_2O_3 no excede el 24,5% en peso.

5

5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el constituyente en mayor cantidad del vidrio es B_2O_3 , que está presente en una cantidad no menor del 25% en peso, mientras que el contenido de Al_2O_3 no excede el 20% en peso y el contenido de P_2O_5 no excede el 20% en peso.

10

6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el constituyente en mayor cantidad es P_2O_5 , el cual está presente en una cantidad no menor del 21,5% en peso, mientras que el contenido de Al_2O_3 no excede del 26% en peso y el contenido de B_2O_3 no excede del 17,5% en peso.

15

7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones que anteceden, caracterizado porque el contenido de plata del vidrio no es menor del 0,06% en peso.

20

8. Un método según cualquiera de las reivindicaciones que anteceden, caracterizado porque el componente R_2O del vidrio representa una mezcla de K_2O con Na_2O y/o Li_2O , no excediendo ninguno del Na_2O o Li_2O el 5% en peso.

25

9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el componente R_2O del vidrio es K_2O solo.

10. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el componente R_2O del vidrio es Na_2O solo, en una cantidad que no excede el 14% en pe-

30

so.

11. Un método según cualquiera de las reivindicaciones que anteceden, caracterizado porque el contenido de TiO_2 del vidrio no excede el 3% en peso.

5

12. Un método según cualquiera de las reivindicaciones que anteceden, caracterizado porque el contenido de ZrO_2 no excede el 7% en peso.

13. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:

10

UN METODO PARA LA PRODUCCION DE UN VIDRIO FOTOCROMICO DE ALUMINOFOSFATO.

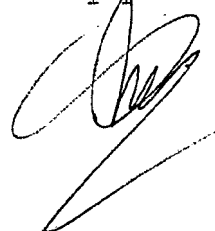
Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de treinta y cinco páginas mecanografiadas.

15

Madrid, 29 enero 1.977

BERNARDO UNGRIA

P.P.



20

25

30

