

**Pasar de fórmula de carga a fórmula Seger.****Cálculos**

La **fórmula Seger** es una fórmula molecular de la composición, expresada en óxidos, es decir, en la que se indica la cantidad en moles de cada óxido.

Los óxidos se ordenan en tres columnas:

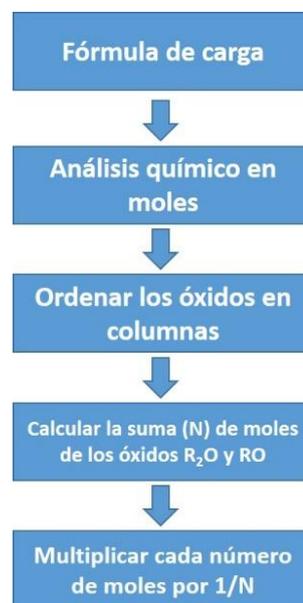
Óxidos básicos de fórmula  $R_2O$  o  $RO$ .

Óxidos anfóteros de fórmula  $R_2O_3$ .

Óxidos ácidos de fórmula  $RO_2$ .

A fin de poder comparar las fórmulas Seger de diferentes composiciones entre sí, la *suma de moles de la primera columna (óxidos básicos) se iguala a 1* y se recalcula el número de moles de cada óxido para mantener iguales las proporciones entre ellos.

El procedimiento operativo que vamos a seguir es el siguiente:



Partimos de una fórmula de carga de un esmalte

Esmalte fritado nº 3 (1040 °C).

| Materia prima             | Peso en la composición (g) |
|---------------------------|----------------------------|
| Frita X/1                 | 30                         |
| Frita bisilicato de plomo | 40                         |
| Caolín                    | 8                          |
| Feldespato sódico         | 10                         |
| Wollastonita              | 12                         |

Recuerda (ficha nº 3) que este esmalte tiene dos fritas cuyo análisis químico en peso es conocido y tres materias primas que podemos utilizar, a efectos de cálculo, su fórmula molecular.

| Óxido                          | Frita X/1 | Frita Bisilicato de Pb |
|--------------------------------|-----------|------------------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 11,8 %    | 34,4 %                 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,8 %     | 1,5 %                  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 29,0 %    | ---                    |
| PbO                            | 57,4 %    | 64,1                   |

Para ello has de pasar primero de fórmula de carga a análisis químico en moles. Este cálculo ya lo has realizado en la fichas nº 3. El resultado es:

| Óxido                          | % en peso  |
|--------------------------------|------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 34,49      |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 8,80       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,31       |
| PbO                            | 43,35      |
| CaO                            | 5,86       |
| Na <sub>2</sub> O              | 1,19       |
| <b>Total</b>                   | <b>100</b> |

De este análisis químico en peso, puedes pasar al análisis químico en moles, o simplemente calcular el número de moles, siguiendo el procedimiento descrito en la ficha nº 4.

| Óxido                          | % en peso | PM <sub>ox</sub> | Nº de moles |
|--------------------------------|-----------|------------------|-------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 34,49     | 60,08            | 0,57        |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 8,80      | 69,62            | 0,13        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,31      | 101,96           | 0,06        |
| PbO                            | 43,35     | 223,19           | 0,19        |
| CaO                            | 5,86      | 56,08            | 0,10        |
| Na <sub>2</sub> O              | 1,19      | 61,98            | 0,02        |
| <b>Total</b>                   |           |                  | <b>1,58</b> |

## 2. Ordenar los óxidos en columnas.

La fórmula Seger ordena los óxidos en tres columnas según su papel en el vidriado:

|   |   |
|---|---|
| <b>Formadores de red y opacificantes:</b> | Fórmula general RO <sub>2</sub>               |
| <b>Estabilizadores de red:</b>            | Fórmula general R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| <b>Modificadores de red (fundentes):</b>  | Fórmulas generales RO y R <sub>2</sub> O      |

Los óxidos más frecuentemente empleados son:

| Modificadores de red | Estabilizadores de red         | Formadores de red             |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Li <sub>2</sub> O    |                                | SiO <sub>2</sub>              |
| Na <sub>2</sub> O    |                                | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| K <sub>2</sub> O     |                                | SnO <sub>2</sub>              |
| MgO                  |                                | CeO <sub>2</sub>              |
| CaO                  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub>              |
| SrO                  |                                | ZrO <sub>2</sub>              |
| BaO                  |                                |                               |
| ZnO                  |                                |                               |
| PbO                  |                                |                               |



El **B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** es un formador de red de vidrio, por lo que aunque por su fórmula general podría ir a la columna del centro con la alúmina (estabilizador), lo vamos a situar en la **columna de la derecha**. Esto, sin embargo, no es una regla seguida por todos los autores (\*).

(\*) Hay diferentes interpretaciones de la posición del B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en la fórmula Seger, según el autor. Así por ejemplo Claude Vittel ("Cerámica, pastas y vidriados" Ed Paraninfo. Madrid, 1985) o FH Norton ("Cerámica fina". Ed. Omega. Barcelona 1975) lo sitúan siempre en la columna de la derecha mientras que Wolf E. Matthes ("Vidriados cerámicos". Barcelona, 1990) o B. Sutherland ("Glazes from natural sources" Ed. Anchor Brendon Ltd. London 1987) entre otros, lo sitúan en la columna central.



En cerámica, la fórmula Seger se emplea habitualmente para esmaltes no coloreados, por lo que no se suelen situar en ella los óxidos cromóforos (generalmente porque participan en la composición del vidriado en porcentajes muy bajos). Para los esmaltes coloreados, se indica la fórmula Seger de la base no coloreada y, al margen, los porcentajes en peso de las materias primas colorantes.

Con los criterios indicados, la ordenación de los óxidos del esmalte fritado nº 3 según su función en el vidriado sería:

|                          |                                       |                                      |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Na <sub>2</sub> O : 0,02 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0,06 | SiO <sub>2</sub> : 0,57              |
| CaO : 0,10               |                                       | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0,13 |
| PbO : 0,19               |                                       |                                      |

### 3. Recalcular toda la composición para un total de 1 mol de modificadores de red.

Para ello has de sumar los moles de todos los óxidos modificadores de red:

$$N = 0,02 + 0,1 + 0,19 = 0,31$$

Y multiplicar cada número de moles de todos los óxidos por 1/N. Con esto te aseguras de que la primera columna sume 1 y las proporciones entre todos los óxidos no varíen.

Por ejemplo, para el Na<sub>2</sub>O:

$$n(\text{Na}_2\text{O}) = 0,02 \times \frac{1}{0,31} = 0,06$$

|                                |  |   |
|--------------------------------|--|---|
| <b>Na<sub>2</sub>O : 0,064</b> | <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,194</b> | <b>SiO<sub>2</sub> : 1,839</b>            |
| <b>CaO : 0,323</b>             |  | <b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,419</b> |
| <b>PbO : 0,613</b>             |  |   |

Habitualmente las columnas se separan usando llaves, quedando entonces:

|                                |   |  |   |   |
|--------------------------------|---|--|---|---|
| <b>Na<sub>2</sub>O : 0,064</b> | } | <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,194</b> | } | <b>SiO<sub>2</sub> : 1,839</b>            |
| <b>CaO : 0,323</b>             |   |  |   | <b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,419</b> |
| <b>PbO : 0,613</b>             |   |  |   |   |