

PASO DE FÓRMULA A RECETA

Para ilustrar un paso complejo de fórmula a receta utilizaré el mismo ejemplo que se cita en la página web, es decir, supongamos que queremos hacer la siguiente receta:

| | |
|------------------|-----|
| Frita Ferro 3134 | 80% |
| Arcilla de bola | 10% |
| Silicato de Zr | 10% |

No disponemos de la frita Ferro 3134 pero sí conocemos su fórmula Seger, que es:

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------------------------------|-------|------------------|-------|
| Na ₂ O | 0.317 | B ₂ O ₃ | 0.634 | SiO ₂ | 1.476 |
| CaO | 0.683 | | | | |

Entonces, lo que haremos será calcular una receta equivalente para la frita y la sustituimos en la receta original.

Paso 1: Introducir los coeficientes, es decir, los moles de cada óxido en la aplicación para pasar de fórmula a receta.

Fórmula seger: Paso de fórmula a receta

Fórmula

| óxido | total | falta | óxido | total | falta | óxido | total | falta |
|-------------------|------------------------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------------------------------|------------------------------------|-------|
| Li ₂ O | <input type="text" value="0"/> | | Al ₂ O ₃ | <input type="text" value="0"/> | | SiO ₂ | <input type="text" value="1.476"/> | |
| Na ₂ O | <input type="text" value="0.317"/> | | Fe ₂ O ₃ | <input type="text" value="0"/> | | B ₂ O ₃ | <input type="text" value="0.634"/> | |
| K ₂ O | <input type="text" value="0"/> | | | | | TiO ₂ | <input type="text" value="0"/> | |
| MgO | <input type="text" value="0"/> | | | | | ZrO ₂ | <input type="text" value="0"/> | |
| CaO | <input type="text" value="0.683"/> | | | | | SnO ₂ | <input type="text" value="0"/> | |
| SrO | <input type="text" value="0"/> | | | | | P ₂ O ₅ | <input type="text" value="0"/> | |
| BaO | <input type="text" value="0"/> | | | | | | | |
| PbO | <input type="text" value="0"/> | | | | | | | |
| ZnO | <input type="text" value="0"/> | | | | | | | |

Receta

| <input type="text" value="0"/> | g | % | Materia prima |
|--------------------------------|---|---|---------------|
|--------------------------------|---|---|---------------|

Materias primas

| moles | materia prima | fórmula crudo | f. cocido | comentarios |
|--------------------------------|-----------------------------|---|-----------------|--|
| <input type="text" value="0"/> | Feldespató potásico | K ₂ O·Al ₂ O ₃ ·6SiO ₂ | Igual que crudo | Para introducir el óxido de potasio |
| <input type="text" value="0"/> | Albita Feldespató sódico | Na ₂ O·Al ₂ O ₃ ·6SiO ₂ | Igual que crudo | Para introducir el óxido de sodio |
| <input type="text" value="0"/> | Pegmatita | 0,3Na ₂ O·0,7K ₂ O·1,1Al ₂ O ₃ ·9,3SiO ₂ | Igual que crudo | Fórmula incierta |
| <input type="text" value="0"/> | Nefelina Sienita | 0,75Na ₂ O·0,25K ₂ O·Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ | Igual que crudo | Fórmula incierta |
| <input type="text" value="0"/> | Lepidolita | Li ₂ F ₂ ·Al ₂ O ₃ ·3SiO ₂ | Igual que crudo | Fórmula incierta |
| <input type="text" value="0"/> | Espodumeno | Li ₂ O·Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ | Igual que crudo | Adecuado para introducir el óxido de litio |
| <input type="text" value="0"/> | ... | ... | ... | Adecuado para introducir el |

Es muy importante usar un punto para separar los números decimales, si se utiliza la coma el programa no funciona. También, observar que el óxido de boro aparece en la tercera columna en la aplicación, no pasa nada, el óxido de boro es la única excepción que hay en la fórmula Seger y, a veces, aparecerá en la columna central y, otras veces, aparecerá en la tercera columna.

Paso 2.0: Decidir qué materias primas utilizaremos para componer nuestra receta e introducir los respectivos coeficientes en la sección de abajo, en la que aparecen las distintas materias primas. Aquí es donde aparece la complejidad del caso. No es posible ajustar una receta exacta para la fórmula sin utilizar materias primas solubles (es importante pensar el por qué), por lo que la solución solo será aproximada.

Para que el comportamiento durante la cocción sea lo más parecido posible, trataré de utilizar en la mayor medida posible otra frita, y la única que tiene una composición aproximada es el CQ3. El problema es que el CQ3 tiene potasio y la frita Ferro 3134 no lo tiene, sin embargo, el comportamiento del sodio y el potasio no es muy diferente, por lo que aproximaré la suma del sodio y el potasio del CQ3 como si solo fuese sodio, es decir, para ajustar los 0.317 moles de sodio de la fórmula utilizaré 0.317 moles de CQ3.

Fórmula seger: Paso de fórmula a receta

| Fórmula | | | | | | Receta | | |
|-------------------|-------|--------|--------------------------------|-------|--------|-------------------------------|-------|--------------------|
| óxido | total | falta | óxido | total | falta | óxido | total | falta |
| Li ₂ O | 0 | 0 | Al ₂ O ₃ | 0 | -0.067 | SiO ₂ | 1.476 | 0.645 |
| Na ₂ O | 0.317 | 0.095 | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | B ₂ O ₃ | 0.634 | 0.1460000000000000 |
| K ₂ O | 0 | -0.095 | | | | TiO ₂ | 0 | 0 |
| MgO | 0 | 0 | | | | ZrO ₂ | 0 | 0 |
| CaO | 0.683 | 0.683 | | | | SnO ₂ | 0 | 0 |
| SrO | 0 | 0 | | | | P ₂ O ₅ | 0 | 0 |
| BaO | 0 | 0 | | | | | | |
| PbO | 0 | 0 | | | | | | |
| ZnO | 0 | 0 | | | | | | |

| | g | % | Materia prima |
|---|---|-------|---------------|
| 0 | | 100.0 | CQ3 |

Materias primas

| moles | materia prima | fórmula crudo | f. cocido | comentarios |
|-------|-----------------------------------|--|--|--|
| 0 | Monosilicato de plomo de Prodesco | PbO·0,93SiO ₂ | Igual | Frita de plomo |
| 0 | Bisilicato de plomo | PbO·2SiO ₂ | Igual | Frita de plomo |
| 0 | Bisilicato Pb Prodesco | PbO·0,06Al ₂ O ₃ ·1,64SiO ₂ | Igual | Frita de plomo |
| 0.317 | CQ3 | Ver | Igual | Frita alcalino-borácica |
| 0 | Ceniza de huesos | Ca ₃ ·(PO ₄) ₂ | 3CaO·P ₂ O ₅ | Porcelana de huesos |
| 0 | Arcilla roja | Fórmula compleja | Ver | Arcilla roja de la casa SiO ₂ |
| 0 | Arcilla de bola | Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ ·2H ₂ O·0,1K ₂ O | Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ ·0,1K ₂ O | Fórmula incierta |
| 0 | Bentonita | Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ ·H ₂ O | Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ | Para mejorar la suspensión de las fritas |

Después de introducir los moles de CQ3, al pulsar con el ratón en cualquier casilla vacía de materias primas, la aplicación hace las cuentas. Vemos que el programa dice que faltan 0.095 moles de Na pero que sobra la misma cantidad de K, luego una cosa se compensa con la otra. Esta es la aproximación que mencioné arriba. Otro asunto más peliagudo es que la aplicación nos dice que también sobran 0.067 moles de alúmina. Esta es la segunda aproximación que haremos, es imposible sustituir la frita original por una receta equivalente que no contenga alúmina, a no ser que utilicemos materias primas solubles en agua (ahora queda casi respondida la cuestión que se

planteó más arriba). Otra cosa rara es la ristra de números que aparece junto al boro, no es preocupante, solo es un defecto estético, ya lo arreglaré.

Paso 2.1: Seguimos eligiendo las materias primas. Vemos que hay que poner B y Ca, así que un buen candidato es la colemanita y, todavía mejor si la tenemos calcinada. Con la colemanita calcinada cuadraré los moles de boro que faltan, es decir, 0.146. Si nos movemos por la lista de materias primas hasta la colemanita calcinada, vemos que, por cada mol de la misma, estamos poniendo 3 moles de B, luego para introducir 0.146 moles de B necesitaré $0.146/3 = 0.049$ moles de colemanita calcinada.

Fórmula seger: Paso de fórmula a receta

| Fórmula | | | | | | Receta | | |
|-------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|-------------------------------|------------------------------------|--------|
| óxido | total | falta | óxido | total | falta | óxido | total | falta |
| Li ₂ O | <input type="text" value="0"/> | 0 | Al ₂ O ₃ | <input type="text" value="0"/> | -0.067 | SiO ₂ | <input type="text" value="1.476"/> | 0.645 |
| Na ₂ O | <input type="text" value="0.317"/> | 0.095 | Fe ₂ O ₃ | <input type="text" value="0"/> | 0 | B ₂ O ₃ | <input type="text" value="0.634"/> | -0.001 |
| K ₂ O | <input type="text" value="0"/> | -0.095 | | | | TiO ₂ | <input type="text" value="0"/> | 0 |
| MgO | <input type="text" value="0"/> | 0 | | | | ZrO ₂ | <input type="text" value="0"/> | 0 |
| CaO | <input type="text" value="0.683"/> | 0.5850000000000001 | | | | SnO ₂ | <input type="text" value="0"/> | 0 |
| SrO | <input type="text" value="0"/> | 0 | | | | P ₂ O ₅ | <input type="text" value="0"/> | 0 |
| BaO | <input type="text" value="0"/> | 0 | | | | | | |
| PbO | <input type="text" value="0"/> | 0 | | | | | | |
| ZnO | <input type="text" value="0"/> | 0 | | | | | | |

| <input type="text" value="0"/> | % | Materia prima |
|--------------------------------|------|-------------------------|
| 0.0 | 12.2 | Colemanita Calcinada |
| 0.0 | 87.8 | CQ3 |

Materias primas

| moles | materia prima | fórmula crudo | f. cocido | comentarios |
|------------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------------------------|
| <input type="text" value="0"/> | Oxido de cinc | ZnO | Igual que crudo | Para introducir óxido de cinc |
| <input type="text" value="0"/> | Wollastonita | CaO·SiO ₂ | Igual que crudo | Para introducir óxido de calcio |
| <input type="text" value="0"/> | Colemanita | 2CaO·3B ₂ O ₃ ·5H ₂ O | 2CaO·3B ₂ O ₃ | Para introducir el óxido de boro |
| <input type="text" value="0.049"/> | Colemanita calcinada | 2CaO·3B ₂ O ₃ | 2CaO·3B ₂ O ₃ | Preferible a la colemanita |
| <input type="text" value="0"/> | Ulexita | Na ₂ O·2CaO·5B ₂ O ₃ ·16H ₂ O | Na ₂ O·2CaO·5B ₂ O ₃ | Para introducir el óxido de boro |
| <input type="text" value="0"/> | Monosilicato de plomo | PbO·SiO ₂ | Igual | Frita de plomo |
| <input type="text" value="0"/> | Monosilicato de plomo de Prodesco | PbO·0,93SiO ₂ | Igual | Frita de plomo |

Paso 2.2: Todavía nos queda Ca para acabar con los fundentes. Lo voy a introducir con wollastonita, como vemos en la imagen, faltan 0.585 moles de Ca, por lo que pondremos la misma cantidad de wollastonita. Después de eso todavía faltará por poner una pequeña cantidad de sílice, la introduzco y con esto la fórmula está completa y, en la sección de la derecha podemos ver la receta equivalente que estábamos buscando (ver la primera imagen de la página siguiente).

Finalmente, en la sección de la derecha hay un recuadro para calcular un peso concreto de receta. Si introducimos 80, podemos sustituir las cantidades literalmente en la receta original para obtener la nueva receta completa (ver la segunda imagen de la página siguiente).

Fórmula seger: Paso de fórmula a receta

| Fórmula | | | | | | | | | Receta | | |
|-------------------|-------|--------|--------------------------------|-------|--------|-------------------------------|-------|--------------------|--------|------|-------------------------|
| óxido | total | falta | óxido | total | falta | óxido | total | falta | | | |
| Li ₂ O | 0 | 0 | Al ₂ O ₃ | 0 | -0.067 | SiO ₂ | 1.476 | 0 | 0 | % | Materia prima |
| Na ₂ O | 0.317 | 0.095 | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | B ₂ O ₃ | 0.634 | -0.001000000000000 | 0.0 | 33.9 | Wollastonita |
| K ₂ O | 0 | -0.095 | | | | TiO ₂ | 0 | 0 | 0.0 | 7.8 | Colemanita Calcinada |
| MgO | 0 | 0 | | | | ZrO ₂ | 0 | 0 | 0.0 | 56.5 | CQ3 |
| CaO | 0.683 | 0 | | | | SnO ₂ | 0 | 0 | 0.0 | 1.8 | Cuarzo |
| SrO | 0 | 0 | | | | P ₂ O ₅ | 0 | 0 | | | |
| BaO | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| PbO | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| ZnO | 0 | 0 | | | | | | | | | |

| Materias primas | | | | |
|-----------------|------------------|--|--|--|
| moles | materia prima | fórmula crudo | f. cocido | comentarios |
| 0 | Ceniza de huesos | Ca ₃ ·(PO ₄) ₂ | 3CaO·P ₂ O ₅ | Porcelana de huesos |
| 0 | Arcilla roja | Fórmula compleja | Ver | Arcilla roja de la casa SiO ₂ |
| 0 | Arcilla de bola | Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ ·2H ₂ O·0,1K ₂ O | Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ ·0,1K ₂ O | Fórmula incierta |
| 0 | Bentonita | Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ ·H ₂ O | Al ₂ O ₃ ·4SiO ₂ | Para mejorar la suspensión de las fritas |
| 0 | Caolín | Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ ·2H ₂ O | Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ | Adecuado para introducir la alúmina |
| 0 | Alúmina | Al ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | Para los mates de alúmina |
| 0.06 | Cuarzo | SiO ₂ | Igual que crudo | Adecuado para introducir la sílice |

Tecnología de los materiales cerámicos - Escuela de Arte Francisco Alcántara

Imagen 1

| Fórmula | | | | | | | | | Receta | | |
|-------------------|-------|--------|--------------------------------|-------|--------|-------------------------------|-------|--------------------|--------|------|-------------------------|
| óxido | total | falta | óxido | total | falta | óxido | total | falta | | | |
| Li ₂ O | 0 | 0 | Al ₂ O ₃ | 0 | -0.067 | SiO ₂ | 1.476 | 0 | 80 | % | Materia prima |
| Na ₂ O | 0.317 | 0.095 | Fe ₂ O ₃ | 0 | 0 | B ₂ O ₃ | 0.634 | -0.001000000000000 | 27.1 | 33.9 | Wollastonita |
| K ₂ O | 0 | -0.095 | | | | TiO ₂ | 0 | 0 | 6.3 | 7.8 | Colemanita Calcinada |
| MgO | 0 | 0 | | | | ZrO ₂ | 0 | 0 | 45.2 | 56.5 | CQ3 |
| CaO | 0.683 | 0 | | | | SnO ₂ | 0 | 0 | 1.4 | 1.8 | Cuarzo |
| SrO | 0 | 0 | | | | P ₂ O ₅ | 0 | 0 | | | |
| BaO | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| PbO | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| ZnO | 0 | 0 | | | | | | | | | |

Imagen 2

Tras los cálculos obtenemos la siguiente receta equivalente:

| | |
|----------------------|-------|
| CQ3 | 45,2% |
| Wollastonita | 27,1% |
| Colemanita calcinada | 6,3% |
| Cuarzo | 1,4% |
| Arcilla de bola | 10% |
| Silicato Zr | 10% |