

Nombre:	País	Código
---------	------	--------

Problema 2. Una industria cerámica.

10 PUNTOS

En el entorno socioeconómico donde se ubica la Universitat Jaime I tiene gran importancia el sector cerámico, siendo en las comarcas de Castellón donde se concentra más del 90 % de la producción de baldosas cerámicas. Uno de los sectores auxiliares es la fabricación de esmaltes y pigmentos cerámicos, procesos que se llevan a cabo a temperaturas superiores a 1000 °C.

La fórmula de Seger se utiliza para expresar la composición de los esmaltes cerámicos. Para calcularla los óxidos se clasifican en básicos (M_2O , MO), anfóteros (M_2O_3) y ácidos (MO_2) y se indica la cantidad de sustancia de cada tipo de óxido con respecto a un mol de óxidos básicos totales. El óxido B_2O_3 es una excepción, se considera ácido. Por ejemplo la fórmula de Seger (relación molar de óxidos anfóteros y ácidos, con respecto a óxidos básicos) para un esmalte verde es: $(M_2O, MO) \cdot 0,455 (M_2O_3) \cdot 3,243 (MO_2)$.

a) Halla la fórmula de Seger para un esmalte cerámico que contiene 85 % de “frita” (mezcla de óxidos) y un 15 % de caolín ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)

<i>Materias primas para la frita</i>	<i>Porcentaje en masa</i>
Feldespato ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)	60 %
Borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)	20 %
Creta ($CaCO_3$)	10 %
Cuarzo (SiO_2)	7 %
Ácido bórico (H_3BO_3)	3 %

Indicando la cantidad de sustancia de cada componente y la cantidad de cada óxido para obtener 100 g de esmalte.

b) Si se dispone de las siguientes materias primas en el laboratorio (la pureza está expresada en porcentaje en masa):

Y_2O_3 (99,9 %) , Al_2O_3 (99,5 %) , Nd_2O_3 (99,8 %) , Cr_2O_3 (99 %) , Co_3O_4 (98 %) .

Calcula las cantidades necesarias para obtener los siguientes pigmentos cerámicos:

b.1) 10,00 g de $Y_{1-x}Nd_xAl_{1-x}Cr_xO_3$ donde $x = 0,05$

b.2) 10,00 g de $CoAl_{1,25}Cr_{0,75}O_4$

Masas molares (g/mol):

$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	$Y_3Al_5O_{12}$
258,158	556,670	381,367	593,611

$Y_{0,95}Nd_{0,05}Al_{0,95}Cr_{0,05}O_3$	$CoAl_{1,25}Cr_{0,75}O_4$
167,901	195,653

$CaCO_3$	SiO_2	H_3BO_3	Y_2O_3	Al_2O_3	Nd_2O_3	Cr_2O_3	Co_3O_4
100,088	60,084	61,832	225,807	101,960	336,477	151,989	240,795

Hoja de respuestas. Problema 2.

Cálculos

Fórmula de Seger para un pigmento que contiene 85 % de frita y 15 % de caolín.
En 100 g de pigmento hay 85 g de frita y 15 de caolín:

Frita (2 puntos)

$85 \cdot 0,6 = 51$ g de feldespato; $51/556,67 = 9,162 \cdot 10^{-2}$ moles de feldespato
 $9,162 \cdot 10^{-2}$ moles de K_2O y $9,162 \cdot 10^{-2}$ moles de Al_2O_3 .

$6 \cdot 9,162 \cdot 10^{-2} = 0,5497$ moles de SiO_2 ;

$85 \cdot 0,2 = 17$ g de borax ; $17/381,67 = 4,458 \cdot 10^{-2}$ moles de borax

$2 \cdot 4,458 \cdot 10^{-2} = 8,915 \cdot 10^{-2}$ moles de B_2O_3

$4,458 \cdot 10^{-2}$ moles de Na_2O

$85 \cdot 0,1 = 8,5$ g de Creta; $8,5/100,088 = 8,493 \cdot 10^{-2}$ moles de creta

$8,493 \cdot 10^{-2}$ moles de CaO

$85 \cdot 0,07 = 5,95$ g de cuarzo ; $5,95/60,084 = 9,90 \cdot 10^{-2}$ moles de cuarzo

$9,90 \cdot 10^{-2}$ moles de SiO_2 ;

$85 \cdot 0,03 = 2,55$ g de A. bórico ; $2,55/61,832 = 4,12 \cdot 10^{-2}$ moles de A. bórico

$1/2 \cdot 4,12 \cdot 10^{-2} = 2,062 \cdot 10^{-2}$ moles de B_2O_3

Caolín (1 punto)

15 g de caolín; $15/258,158 = 5,81 \cdot 10^{-2}$ moles de caolín

$5,81 \cdot 10^{-2}$ moles de Al_2O_3 y $2 \cdot 5,81 \cdot 10^{-2} = 0,11621$ moles de SiO_2

Moles de óxidos totales (1 punto)

Moles de óxidos básicos:

$9,162 \cdot 10^{-2}$ moles de K_2O + $8,493 \cdot 10^{-2}$ moles de CaO + $4,4 \cdot 10^{-8}$ moles de Na_2O =
 $0,2211$ moles (M_2O, MO)

Moles de óxidos anfóteros:

$9,162 \cdot 10^{-2}$ moles de Al_2O_3 + $5,81 \cdot 10^{-2}$ moles de Al_2O_3 = $0,1497$ moles (M_2O_3)

Moles de óxidos ácidos:

$0,5497 + 0,099 + 0,1162 = 0,7649$ moles de SiO_2

$8,915 \cdot 10^{-2} + 2,062 \cdot 10^{-2} = 0,1098$ de B_2O_3

$0,7649 + 0,1098 = 0,8747$ moles (MO_2, B_2O_3)

Hoja de respuestas. Problema 2.

a) Composición de la frita

a.1) (1 punto)

	feldespato	borax	creta	cuarzo	a. bórico
mol	$9,162 \cdot 10^{-2}$	$4,458 \cdot 10^{-2}$	$8,493 \cdot 10^{-2}$	$9,902 \cdot 10^{-2}$	$4,124 \cdot 10^{-2}$

a.2) (1 punto)

	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	CaO	SiO ₂
mol	$4,458 \cdot 10^{-2}$	$9,162 \cdot 10^{-2}$	$9,162 \cdot 10^{-2}$	0,1098	$8,493 \cdot 10^{-2}$	0,8487

a.3) Composición de caolín (1 punto)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃
mol	0,11621	$5,81 \cdot 10^{-2}$

a.5) óxidos totales (1 punto)

	Óxidos básicos	Óxidos anfóteros	Óxidos ácidos
mol	0,2210	0,1497	0,8747

a.6) Fórmula de Seger (1 punto)

$(M_2O, MO) \cdot 0,6771 (M_2O_3) \cdot 3,956 (MO_2, B_2O_3)$

Hoja de respuestas. Problema 2.

b) Si se dispone de las siguientes materias primas en el laboratorio (la riqueza está expresada entre paréntesis):

Y_2O_3 (99,9 %), Al_2O_3 (99,5 %), Nd_2O_3 (99,8 %), Cr_2O_3 (99 %), Co_3O_4 (98 %).

Calcula las cantidades necesarias para obtener los siguientes pigmentos cerámicos:

b.1) 10,00 g de $Y_{1-x}Nd_xAl_{1-x}Cr_xO_3$ donde $x = 0,05$ (2,5 puntos)

$$10 \text{ g de } Y_{0,95}Nd_{0,05}Al_{0,95}Cr_{0,05}O_3 ; 10/167,901 = 5,956 \cdot 10^{-2} \text{ moles}$$

$$(0,95/2) \cdot 5,956 \cdot 10^{-2} = 2,829 \cdot 10^{-2} \text{ moles } Y_2O_3$$

$$2,829 \cdot 10^{-2} \text{ moles } Y_2O_3 \cdot 225,807 \text{ (g/mol)} \cdot (100/99,9) = 6,3946 \text{ g } Y_2O_3 \text{ impuro}$$

$$(0,05/2) \cdot 5,956 \cdot 10^{-2} \cdot 336,477 \cdot (100/99,8) = 0,5023946 \text{ g } Nd_2O_3 \text{ impuro}$$

$$(0,95/2) \cdot 5,956 \cdot 10^{-2} \cdot 101,96 \cdot (100/99,5) = 2,899 \text{ g } Al_2O_3 \text{ impuro}$$

$$(0,05/2) \cdot 5,956 \cdot 10^{-2} \cdot 151,989 \cdot (100/99) = 0,2286 \text{ g } Cr_2O_3 \text{ impuro}$$

b.2) 10,00 g de $CoAl_{1,25}Cr_{0,75}O_4$ (2,5 puntos)

$$10 \text{ g de } CoAl_{1,25}Cr_{0,75}O_4 ; 10/195,653 = 5,111 \cdot 10^{-2} \text{ moles}$$

$$(1/3) \cdot 5,111 \cdot 10^{-2} = 1,704 \cdot 10^{-2} \text{ moles } Co_3O_4$$

$$1,704 \cdot 10^{-2} \text{ moles } Cr_3O_4 \cdot 240,795 \text{ (g/mol)} \cdot (100/98) = 4,1861 \text{ g } Co_3O_4 \text{ impuro}$$

$$(1,25/2) \cdot 5,111 \cdot 10^{-2} \cdot 101,96 \cdot (100/99,5) = 3,2734 \text{ g } Al_2O_3 \text{ impuro}$$

$$(0,75/2) \cdot 5,111 \cdot 10^{-2} \cdot 151,989 \cdot (100/99) = 2,9425 \text{ g } Cr_2O_3 \text{ impuro}$$