

Síntesis hidrotermal de caolinita: Modelo cinético exponencial

F. J. HUERTAS, F. HUERTAS, J. LINARES

Estación Experimental del Zaidín. CSIC
Profesor Albareda, 1 - 18008 Granada. España

RESUMEN. Síntesis hidrotermal de caolinita: Modelo cinético exponencial.

Se propone un modelo cinético para la síntesis hidrotermal de caolinita. La síntesis se realizó bajo condiciones hidrotermales, a partir de geles aluminosilícicos con una razón $MR = Al_2O_3/(SiO_2 + Al_2O_3)$ entre 0.214 y 0.336, a 423-523 K., entre 0,5 y 120 días. La formación de caolinita evoluciona exponencialmente hasta un límite superior. El proceso se estudió como una reacción de primer orden, siguiendo la ecuación: % Caolinita = % Caolinita_{máxima} $(1 - e^{-kt})$.

Las energías de activación, calculadas por medio de una representación de Arrhenius, varían entre 39 y 87 kJmol⁻¹ y siguen una tendencia parabólica, dependiendo de la composición del gel de partida.

PALABRAS CLAVE. Síntesis hidrotermal, caolinita cinética.

1. INTRODUCCION

La modelización de sistemas y procesos es una herramienta de trabajo de gran importancia, ya que reduce el sistema a una serie de ecuaciones matemáticas. La obtención de tales ecuaciones no siempre es sencilla, puesto que en algunas ocasiones el uso de ecuaciones no complicadas representa una simplificación del sistema estudiado. El investigador tiene que llegar a un compromiso entre simplicidad matemática y una buena aproximación al proceso. Una vez conseguido este objetivo, queda abierta la posibilidad de predecir el comportamiento del sistema, tanto dirigido al pasado como en el futuro.

Los estudios cinéticos participan de esta filosofía. La amplia distribución de los minerales de la arcilla en diferentes ambientes geológicos confiere una enorme importancia a la génesis y evolución de los mismos. La cinética de la síntesis de los minerales de la arcilla permite predecir su evolución, en función de las variables que controlan en el proceso. Además, a partir de estas experiencias de laboratorio se pueden obtener materiales con propiedades especiales para su uso industrial (Tomura y col., 1989).

Sin embargo, a pesar de las simplificaciones que se introducen en las experiencias de laboratorio, estos sistemas son suficientemente complejos y por ello no son muy abundantes los estudios cinéticos de síntesis de minerales de la arcilla y, concretamente, de caolinita. En este caso se pueden destacar las aportaciones de Rayner (1962), Linares y Huertas (1971), La Iglesia y Martín Vivaldi (1973, 1975), La Iglesia y col. (1976), Tomura y col. (1985, 1990), Huertas y col. (1991), que bajo diferentes condiciones abordan este problema.

En el presente trabajo se pretende modelizar la síntesis de caolinita en ambiente hidrotermal. Se pondrá especial

ABSTRACT. Hydrothermal Synthesis of Caolinite: Exponential Cinetic Model.

A kinetic model on hydrothermal caolinite synthesis was proposed. Aluminosilicic gels with $MR = Al_2O_3/SiO_2 + Al_2O_3$ on hydrothermal conditions ranging between $MR = 0,214$ and $0,336$, 423-523 K, 0,5 and 120 days were used.

Activation energies derived from Arrhenius theory calculs, changes between 39 and 87 kJ mol⁻¹ under a parabolic tendence, depending on starting gel composition.

KEY WORDS. Hydrothermal synthesis, caolinite cinetic.

interés en conocer la influencia de la composición del material de partida en la formación de la caolinita. Se pretende elaborar un modelo matemático que permita seguir la formación de caolinita en función de la temperatura, el tiempo y la composición del material inicial.

2. MATERIAL Y METODOS

2.1. Material inicial

Los geles silicoaluminicos coprecipitados empleados como material inicial se obtuvieron por hidrólisis de tetraetilortosilicato y triisopropóxido de aluminio, en agua destilada. Este material fue secado a 60 °C, molido y de nuevo secado a 110 °C. El método seguido está descrito por Huertas y col. (1992).

Se prepararon cuatro geles de diferente composición, para realizar cuatro grupos de experiencias. Las razones $MR = Al_2O_3/(SiO_2 + Al_2O_3)$ fueron 0.214, 0.243, 0.284 y 0.336. El análisis químico por fluorescencia de rayos X (FRX) mostró que los geles estaban libres de iones acompañantes. Mediante análisis por difracción de rayos X (DRX), análisis térmico diferencial y termogravimétrico (ATD-TG) y espectroscopía infrarroja (IR) se comprobó su carácter amorfo y la ausencia de fases cristalinas (Huertas, 1992).

2.2. Síntesis hidrotermal

El dispositivo experimental empleado para realizar la síntesis hidrotermal consistió en reactores de 50 ml de teflón recubierto por una carcasa de aluminio. Dichos reactores se calentaron a la temperatura adecuada dentro de una estufa.

A partir de cada uno de los cuatro geles se realizaron series de experiencias de síntesis a diferente temperatura y variando el tiempo de tratamiento. Las temperaturas empleadas fueron 423, 448, 473, 498 y 523 K. El tiempo osciló entre 0,5 y ciento veinte días. La presión dentro de cada reactor corresponde a la presión de vapor de agua a la temperatura de trabajo.

Cada muestra se obtuvo a partir de 2,50 g. de gel y 10 ml de solución de 0.1 M KOH. Se empleó KOH ya que en esta solución no se producen reacciones colaterales (De Kimpe y col., 1981) que originen otros minerales diferentes de caolinita. Este hecho podría introducir complicaciones en el sistema.

2.3. Caracterización de los materiales sintetizados

Las muestras obtenidas por síntesis hidrotermal se estudiaron por DRX, ATD-TG e IR, encontrándose que en todas ellas se forma caolinita, quedando un resto de material sin reaccionar. No se han formado otras especies minerales (fig. 1). A partir de las curvas de ATD-TG se ha cuantificado la caolinita sintetizada en cada experiencia, mediante medida

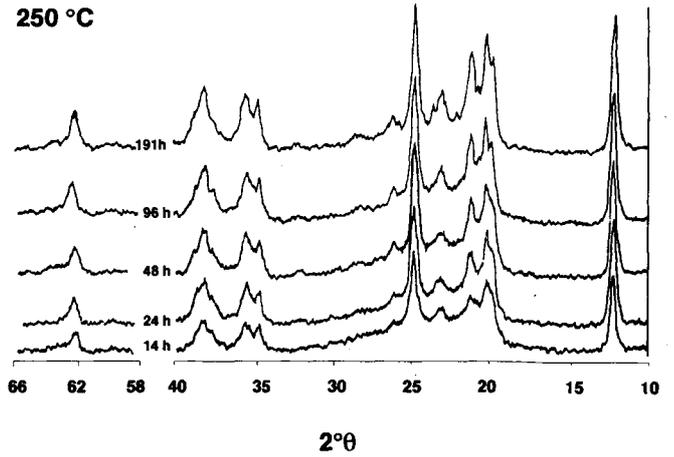


Fig. 1. Diagramas de difracción de rayos X de las caolinitas sintéticas (gel MR = 0.248, a 523 K). Se puede observar la evolución de la caolinita durante el proceso de síntesis.

del área del pico de deshidroxilación (tabla I). Como estándar de calibración se usó la caolinita API-1. El error en la cuantificación es del 4 %.

TABLA I

CANTIDAD DE CAOLINITA SINTETIZADA EN CADA MUESTRA

T(K)	Gel 0.214		Gel 0.243		Gel 0.284		Gel 0.336	
	t(h)	% Cao						
423	720	3	360	6	360	3	360	15
423	—	—	720	18	763	35	723	23
448	192	2	216	23	192	21	216	11
448	360	13	361	33	360	30	361	29
448	721	26	720	36	726	39	720	41
448	1.458	31	—	—	—	—	—	—
473	97	13	96	37	96	42	96	24
473	192	26	193	40	193	45	191	36
473	361	33	360	41	361	46	361	48
473	720	34	722	41	722	46	720	54
498	48	29	48	32	48	43	48	35
498	115	34	96	38	96	47	96	47
498	192	35	216	42	192	48	216	56
498	360	35	360	43	360	48	360	58
498	792	37	791	43	736	49	721	58
523	12	15	12	24	14	30	12	40
523	24	27	24	32	24	42	24	58
523	48	34	48	42	48	50	48	60
523	96	37	96	45	96	51	96	61
523	192	39	192	46	192	51	197	61

T, temperatura; t(h), tiempo en horas; % Cao, porcentaje de caolinita sintetizada.

3. RESULTADOS

Se realizaron cuatro series de muestras, usando cuatro geles de diferente composición: uno de ellos (gel MR = 0.336) es de composición muy similar a la caolinita (MR = 0.333), mientras que los otros tres contienen un exceso de sílice. Por lo tanto, debe formarse sílice como subproducto de la transformación del gel en caolinita. Además es imposible alcanzar con estos geles un rendimiento de la reacción del 100 % en caolinita. La reacción global se puede escribir:



Para estudiar la síntesis de la caolinita se ha representado el porcentaje de caolinita sintetizada frente al tiempo, para cada uno de los geles (fig. 2), eligiéndose el porcentaje de caolinita como parámetro para seguir la cinética. Según Lasaga (1983), casi todas las reacciones de interés en geoquímica se pueden estudiar como proceso de primer orden. Supóngase que al cabo de un tiempo *t* la cantidad de caolinita formada es *x*. Al cabo de un tiempo infinito se habrá formado la máxima cantidad posible de caolinita, *x*₀. La diferencia (*x*₀-*x*) es la cantidad de caolinita que aún queda por formarse en el instante de tiempo *t*. Si se considera el proceso como una reacción global de primer orden, la velocidad de producción de caolinita será proporcional a la diferencia (*x*₀-*x*), a través de la constante de velocidad *k*:

$$\text{velocidad} = \frac{dx}{dt} = K (x_0 - x)$$

A tiempo cero, *x* es igual a 0; teniendo en cuenta esta condición inicial, la ecuación integrada es:

$$x = x_0 (1 - e^{-kt})$$

*x*₀ es la cantidad de caolinita sintetizada cuando el tiempo tiende a infinito (este valor depende de la composición del gel y de la temperatura), mientras que *x* es la cantidad de caolinita presente en cada muestra.

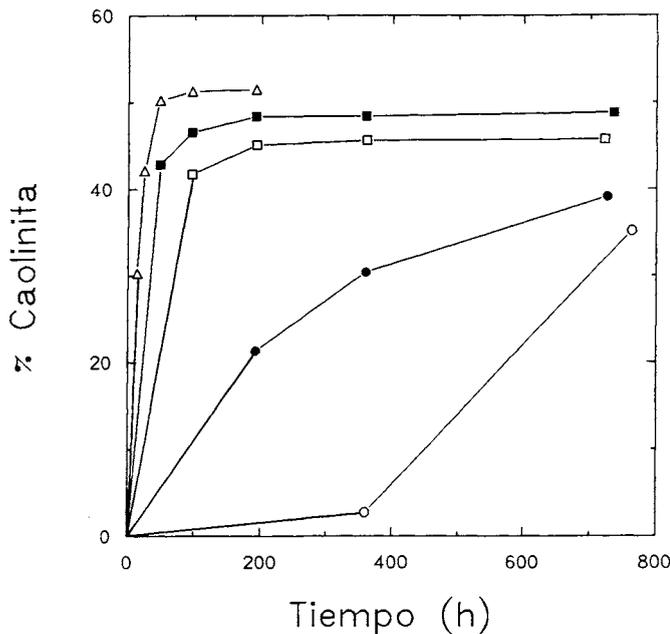


Fig. 2. Gráfico del porcentaje de caolinita frente a tiempo (en horas) correspondiente a la serie obtenida a partir del gel MR = 0.284 a todas las temperaturas de trabajo: ○ 423 K, ● 448 K, □ 473 K, ■ 498 K y Δ 523 K.

TABLA II

PARAMETROS CINETICOS DEDUCIDOS DEL MODELO EXPONENCIAL

T(K)	Gel R = 0.214		Gel R = 0.243		Gel R = 0.284		Gel R = 0.336	
	k(s ⁻¹)·10 ⁶	x ₀						
448	0.61	32.6	1.37	38.1	1.02	41.9	0.67	49.9
473	2.24	34.1	6.93	40.5	7.34	45.6	1.63	54.6
498	9.08	35.5	7.57	42.7	12.16	48.2	5.13	57.6
523	13.41	38.2	15.67	45.5	18.78	51.4	19.54	61.2

T, temperatura; k, constante de velocidad; x₀, porcentaje de caolinita sintetizada.

Por medio de aproximaciones sucesivas se calcularon *k* y *x*₀ en cada serie (tabla II). No se usaron las muestras obtenidas a partir de los geles MR = 0.214 y 0.336 obtenidas a 423 y 448 K en menos de trescientas sesenta horas. Tales muestras exhibían un comportamiento anómalo, al observarse una cantidad de caolinita inferior a la esperada.

Los valores de *k* se sitúan en torno a 10⁻⁶ s⁻¹, creciendo al aumentar la temperatura. La dependencia de *k* con la temperatura se expresa por medio de la ecuación de Arrhenius, a través de la energía de activación *E*_a y del factor de frecuencia *A* (Laidler, 1987):

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

siendo *R* la constante universal de los gases. Si se representan *k* frente a 1/*T* se obtiene una recta para cada tipo de gel, que permite calcular *A* y *E*_a (fig. 3). Tanto el factor de frecuencia como la energía de activación varían con la composición. La energía de activación se ajusta a una ecuación parabólica (fig. 4),

$$E_a = 1.235 - 6.149 MR + 7.959 \cdot MR^2$$

que presenta el valor mínimo para una composición MR = 0.275. El factor de frecuencia varía de forma similar.

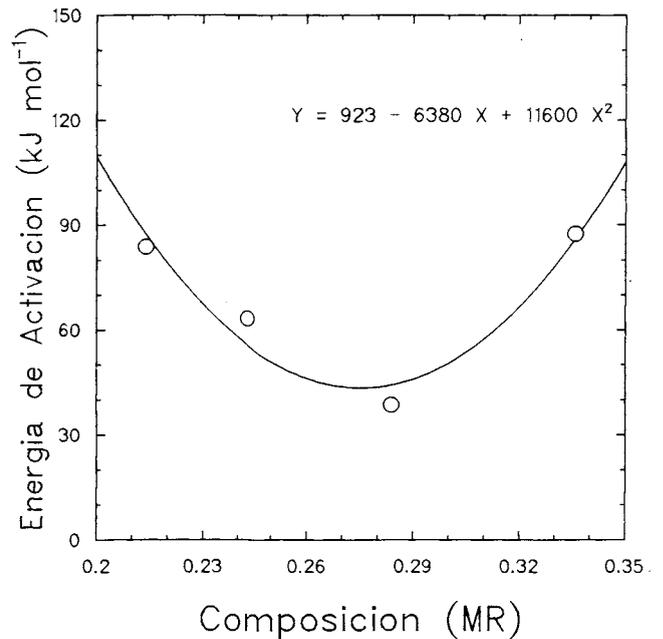


Fig. 3. Diagrama de Arrhenius correspondiente a la síntesis de caolinita a partir de los cuatro geles iniciales. Las composiciones MR son: ○ 0.214, ● 0.243, □ 0.284 y ■ 0.336.

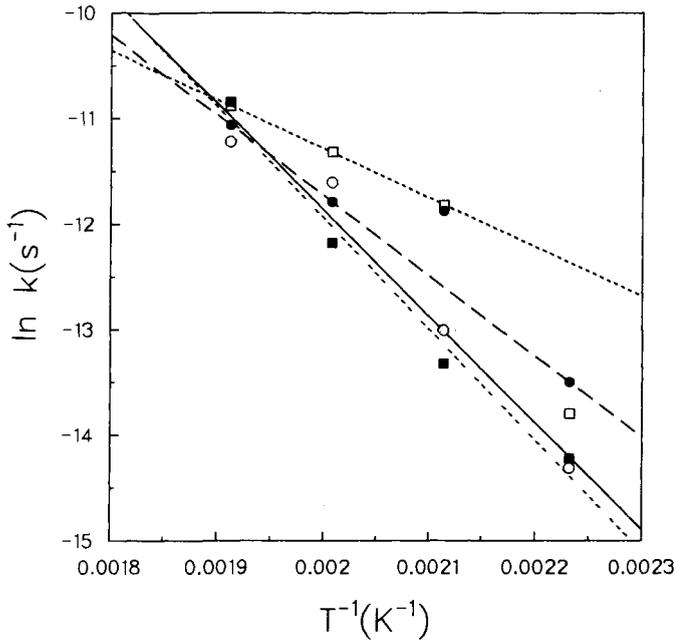


Fig. 4. Dependencia de la energía de activación con la composición del gel (MR).

4. DISCUSION

El sistema gel silicoaluminico-caolinita se puede caracterizar mediante los parámetros anteriormente calculados y las reacciones entre ellos. En primer lugar la síntesis de caolinita, bajo las condiciones de trabajo empleadas, se produce a través de un proceso de primer orden. Es decir, la velocidad de transformación del gel en caolinita es directamente proporcional al tiempo. La constante de proporcionalidad es la constante de velocidad *k*. Para cada composición de gel, *k* aumenta con la temperatura. Comparando entre sí los valores de *k* a la misma temperatura, pero de geles distintos, se observa de manera general que los valores más altos (reacción más rápida) corresponden al gel MR = 0.284. Una excepción notable es el valor de *k* del gel MR = 0.336 a 523 K, que es el máximo del conjunto. La causa de tal fenómeno podría estar en la formación de los núcleos de cristalización y en su crecimiento de los mismos. La composición caolínica de este gel puede provocar la formación inicial de muchos núcleos, cuyo crecimiento se vería dificultado, retrasando así la formación de la caolinita. Al aumentar suficientemente la temperatura se podrán vencer las dificultades iniciales que retrasan el crecimiento de la caolinita, por lo que *k* adquiere un valor mayor, más acorde con la disponibilidad de silicio y aluminio en el gel (Huertas y col., 1992). Si se compara el porcentaje de caolinita formado a noventa y seis horas a partir de los geles 0.284 y 0.336 entre 473 y 523 K se puede observar el comportamiento señalado (tabla II).

En lo que respecta a la magnitud de los valores de *k*, entorno a 10⁻⁶s⁻¹, es similar a los valores aportados por

TABLA III

ENERGIA DE ACTIVACION DEL PROCESO DE SINTESIS

Gel (MR)	0.214	0.243	0.284	0.336
E _a (kJmol ⁻¹)	83 ± 49	64 ± 51	39 ± 82	87 ± 49

E_a, energía de activación.

Tomura y col. (1985) para síntesis hidrotermal de caolinita, y por La Iglesia y Martín Vivaldi (1972-1975) y La Iglesia y col. (1976) para temperaturas más bajas.

La energía de activación calculada a partir de la ecuación de Arrhenius varía con la composición del gel de partida según una tendencia parabólica (fig. 4). Este hecho indica que considerando el proceso a lo largo de todo el intervalo de temperatura estudiado hay una composición preferente, para la cual la síntesis está especialmente favorecida. Esta se sitúa en MR = 0.275. Este hecho fue señalado cualitativamente por Rodrique y col. (1973), quienes encuentran que la síntesis hidrotermal de caolinita a pH ácido o ligeramente ácido produce mayor rendimiento con geles cercanos a MR = 0.2. De Kimpe (1976), en condiciones similares a las de este trabajo, sitúa la composición preferente en MR = 0.28. Por otra parte. Huertas y col. (1991), aplicando un modelo cinético hiperbólico al proceso, también encuentran una variación parabólica de la energía de activación, con un valor mínimo de MR entre 0.24 y 0.28. Si se comparan las cuatro energías de activación obtenidas se puede deducir que la composición juega un papel muy importante, ya que éstas varían entre 87 y 39 kJmol⁻¹. Pequeños cambios de composición llegan a duplicar la energía de activación. De alguna manera la composición del propio gel actúa rebajando la energía de activación y favoreciendo la aparición de caolinita a través de modificaciones en el mecanismo de reacción.

En cuanto a los propios valores de la energía de activación son del mismo orden que las energías de activación calculadas por otros autores. El valor mínimo encontrado se acerca a la energía de activación encontrada por La Iglesia y Martín Vivaldi (1972) para la precipitación de caolinita entre 291 y 370 K (28-39 kJmol⁻¹). Otros valores más altos son los calculados por Rayner (1962) (71 kJmol⁻¹); por Tomura y col. (1985) a partir de geles de composición caolínica (60.7 kJmol⁻¹) y Tomura y col. (1990) empleando geles sembrados con cristales de dickita (71.1 kJmol⁻¹). Estos valores aportados están en buena concordancia con las energías de activación de otros procesos similares: formación de caolinita a partir de sericita (60.7 kJmol⁻¹) (Tsuzuki y Mizutani, 1971); ilitización de esmectitas (82.0 kJmol⁻¹) (Eberl y Hower, 1976), o disolución de vidrio riolítico (54 kJmol⁻¹) (Hawkins, 1981).

No obstante, el sistema gel/caolinita no se extiende a lo largo de todos los valores de MR, entre 0 y 1. Entre las fases sílice y alúmina puras existen numerosas composiciones que corresponden a diferentes silicatos aluminicos. Cada uno de ellos tiene una estructura y un campo de estabilidad propio. Sin embargo, en estas situaciones relativamente alejadas de la composición caolínica, el sistema modifica su comportamiento. Es decir, la reacción es lenta o está dificultada debido a cambios en el mecanismo. Incluso otras reacciones pueden ser termodinámicamente más favorables, formándose otras fases. Así, los geles con MR altos (MR>0.37) sufren desmezcla, formándose bohemita y pseudobohemita, y quedando una fase sílice amorfa. Si se emplean geles más silíceos el gel permanece amorfo dentro de los intervalos de tiempo considerados; en algunos casos se forma caolinita desordenada al aumentar la temperatura (De Kimpe, 1967; De Vijnck, 1973; Rodrique y col., 1973). Además, a temperaturas más altas aparecen silicatos aluminicos distintos de la caolinita (Roy y Osborn, 1954; De Vijnck, 1976), al operar en condiciones en las que no es estable.

Por lo tanto, las extrapolaciones de los resultados fuera del intervalo estudiado ha de realizarse cuidadosamente, ya

que los sistemas son extraordinariamente complejos. Un ejemplo de esto se puede recoger de las energías de activación aquí calculadas. Si no se considera el valor obtenido para el gel 0.336, la energía de activación decrece linealmente al aumentar el contenido de aluminio en el gel. Cuando MR es 0.34 la energía de activación se anula y para MR = 0.336 valdría 4.8 kJmol⁻¹. La formación de caolinita sería muy rápida. Sin embargo, el valor experimental de energía de activación para MR = 0.336 es 10 veces superior al que se hubiera estimado.

Es difícil saber qué predicciones se pueden hacer fuera del intervalo que se ha considerado. Cualitativamente otros autores han estudiado el sistema. Sin embargo, no se encuentran datos cuantitativos. El tema está abierto a estudio, a la búsqueda de una explicación más amplia del sistema. Probablemente resultará un modelo más complejo, pero a su vez más cercano a la naturaleza.

De acuerdo con lo expuesto, el sistema gel-caolinita, dentro del rango de temperatura y composición empleado puede quedar caracterizado por las constantes de velocidad y energías de activación. La composición mineralógica final depende de la temperatura y la composición del gel.

Según el modelo expuesto, algunos valores de caolinita sintetizada son más bajos de lo esperado. Sin embargo, el modelo explica preferentemente el comportamiento del sistema a alta temperatura. Actualmente, se están estudiando otros modelos modificados que justifiquen los resultados que se obtienen a baja temperatura. Además de esto, algunos valores de *k* representan un comportamiento anómalo. Tal situación se puede deber a errores experimentales en la cuantificación de la caolinita. Esto es de vital importancia cerca del equilibrio, donde pequeñas variaciones en el porcentaje de caolinita, aún dentro de los errores instrumentales pueden modificar sustancialmente los resultados.

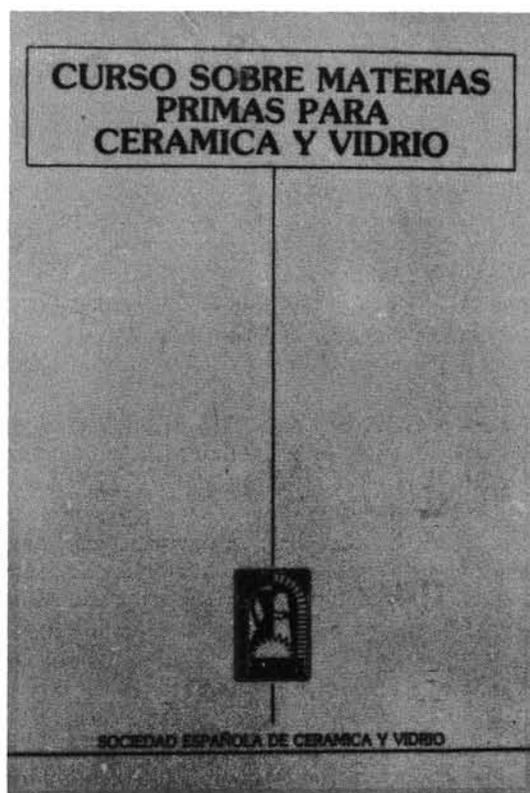
5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado bajo la financiación del Proyecto n.º PB 88-093 de la DGICYT y por la Ayuda a los Grupos de Investigación de la Junta de Andalucía. Queremos agradecer al doctor Dios Cancela su ayuda durante la discusión de los datos cinéticos.

6. REFERENCIAS

1. TOMURA, S.; MIZUTA, H.; SHIBASAKI, Y.; MIYAWAKI, R.; MAEDA, R. e ITO, A.: Reducing the «memory» phenomenon of ceramic bodies using synthetic spherical kaolinite. (In Japanese). *Report of Government Industrial Research Institute Nagoya XXXVII* (2), (1989), 49-55.
2. RAYNER, J. H.: Cinétique de formation de la kaolinite à partir d'un gel de silice. *Colloque International CNRS sur «Genèse et synthèse des argilles»*. Paris (1962), 123-127.
3. LINARES, J. y HUERTAS, F.: Kaolinite synthesis at room temperature. *Science*, 171 (1971), 896-897.
4. LA IGLESIA, A. y MARTÍN-VIVALDI, J. L.: Synthesis of kaolinite. In: J. M. Serratos (editor). *Proc. Int. Clay Conf. Madrid, 1972*, Madrid (1973), 173-185.
5. LA IGLESIA, A. y MARTÍN-VIVALDI, J. L.: Synthesis of kaolinite by homogeneous precipitation at room temperature. I. Use of anionic resins in (OH) form. *Clay Miner.*, 10 (1975), 399-405.
6. LA IGLESIA, A.; MARTÍN-VIVALDI, J. L. y LÓPEZ-AGUAYO, F.: Kaolinite crystallization at room temperature by homogeneous precipitation. III. Hydrolysis of feldspars. *Clays Clay Miner.*, 24 (1976), 36-42.
7. TOMURA, S.; SHIBASAKI, Y.; MIZUTA, H. y KITAMURA, M.: Growth conditions and genesis of spherical and platy kaolinite. *Clays Clay Miner.*, 33 (1985), 200-206.
8. TOMURA, S.; MIYAWAKI, R.; MAEDA, M.; SHIBASAKI, Y.; SAMEJIMA, S. y YAMASHITA, Y.: Synthesis of kaolinite: effect of seeding. In: V. C. Farmer & Y. Tardy (editors), *Proc. 9th Int. Clay Conf., Strasbourg, 1989. Sci. Géol., Mém.*, 89 (1990), 63-69.
9. HUERTAS, F. J.; HUERTAS, F. y LINARES, J.: Activation energy of hydrothermal synthesis of kaolinite. In: M. Störr, K-H. Henning & P. Adolph (editors), *Proc. 7th Int. Euroclay Conf. Dresden '91*, 1991, Vol. 2, 533-537.
10. HUERTAS, F. J.; HUERTAS, F. y LINARES, J.: Hydrothermal synthesis of kaolinite: methodology and characterization of the synthetic materials. *Appl. Clay Sci.* 8 (1992) (en prensa).
11. HUERTAS PUERTA, F. J.: Síntesis hidrotermal de caolinita. Estudio cinético. Tesis doctoral. *Universidad de Granada, Servicio de Publicaciones*. Granada (1992), 211.
12. DE KIMPE, C. R.; KODAMA, H. y RIVARD, R.: Hydrothermal formation of a kaolinite-like product from noncrystalline aluminosilicate gels. *Clays Clay Miner.*, 29 (1981), 446-450.
13. LASAGA, A. C.: Rate laws of chemical reactions, in *Kinetics of geochemical processes*, A. Lasaga & R. J. Kirkpatrick, editors. *Reviews in Mineralogy* 8. Mineralogical Society of America (1983), 1-21.
14. LAIDLER, K. J.: *Chemical Kinetics*. 3rd edition. *Harper and Row, Publishers*, New York (1987), 531.
15. RODRIQUE, L.; PONCELECT, G. y HERBILLON, A.: Importance of the silica subtraction during the hydrothermal kaolinitization of amorphous silico-aluminas. In: J. M. Serratos (editor). *Proc. Int. Clay Conf. Madrid, 1972*, Madrid (1973), 187-198.
16. DE KIMPE, C. R.: Formation of phyllosilicates and zeolites from pure silica-alumina gels. *Clays Clay Miner.*, 24 (1976), 200-207.
17. TSUZUKI, Y. y MIZUTANI, S.: A study of rock alteration process based on kinetics of hydrothermal experiments. *Cont. Mineral. Petrol.*, 30 (1971), 15-33.
18. EBERL, D. D. y HOWER, J.: Kinetics of illite formations. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 87 (1976), 1326-1330.
19. HAWKINS, D. B.: Kinetics of galls dissolution and zeolite formation under hydrothermal conditions. *Clays Clay Miner.*, 29 (1981), 331-340.
20. DE KIMPE, C. R.: Hydrothermal aging of synthetic aluminosilicate gels. *Clay Miner.*, 7 (1967), 203-224.
21. DE VIJNCK, Y.: Crystal phases belonging to the aluminum oxide-silicon dioxide-water system found by hydrothermal treatment of gels obtained by coprecipitation of aluminum hydroxide and silicon (IV) oxide. *Silic. Ind.*, 38 (1973), 193-210.
22. ROY, R. y OSBORN, E. F.: The System Al₂O₃-SiO₂-H₂O. *Am. Miner.*, 39 (1954), 853-885.
23. DE VIJNCK, Y.: Hydrothermal transformation of coprecipitated aluminum silicate gels. *Silic. Ind.*, 41 (1976), 451-461.

Curso sobre materias primas para cerámica y vidrio



Temas sobre fisicoquímica, tecnología, geología, economía.

Edit. J. M.^a GONZALEZ PEÑA, M. A. DELGADO MENDEZ y J. J. GARCIA RODRIGUEZ.

Public.: Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. 1987.
VII + 255 págs.; 40 figs.; 40 tablas.

La publicación recoge la labor realizada en un curso intensivo sobre el tema, celebrado en Madrid en 1986. Todos los trabajos que la componen están realizados por personas que poseen probada experiencia en sus respectivas especialidades lo que hace que, en muchos casos, sirvan al sector desde puestos de alta responsabilidad.

En ella se tratan los problemas relacionados con nuestras materias primas desde ángulos complementarios pero muy diversos, lo que ayuda al enriquecimiento de su contenido.

Es éste el siguiente:

- Generalidades sobre materias primas para cerámica y vidrio.
- Estructura cristalina de las arcillas.

- Propiedades físicas de las arcillas.
- Acción del calor sobre las materias primas y composiciones cerámicas.
- Materias primas cálcicas y magnésicas utilizadas fundamentalmente para pastas de cocción rápida.
- Materias primas de barnices y pigmentos para cerámica.
- Sílice y feldespatos. Su significación en cerámica y vidrio.
- Materias primas de síntesis de productos cerámicos y especiales.
- Investigación minera para cerámicas de construcción.
- Proyecto minero, estudio de viabilidad.
- Explotación, máquinas y métodos.
- Control de producción de caolín.
- Mercado del caolín.
- Las arenas de cuarzo.
- El sector de materiales de construcción ante la adhesión a la Comunidad Económica Europea.
- Ideas básicas sobre la fabricación del vidrio.
- Mercado de materias primas en Cerámica y Vidrio.

PRECIO:

Socios de la SECV: 5.800 ptas.

No Socios: 6.500 ptas.

Los pedidos pueden dirigirse a: **SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO**
Ctra. Valencia, Km. 24,300
28500 ARGANDA DEL REY (Madrid)