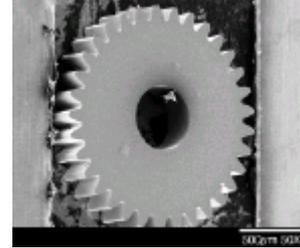


Problema 1

Se desea fabricar un eje para el microengranaje de la figura. El eje debe tener un diámetro de 24 μm y se fabrica por fotolitografía a T₀ = 300K sobre un sustrato cerámico cristalino del sistema tetragonal. El eje se fabrica de modo que está orientado en la dirección cristalográfica [100] del cristal del sustrato. Los coeficientes de dilatación o expansión térmica principales del material (es decir, en su sistema de coordenadas cristalográfico) son: α₁₁ = 3.5·10⁻⁵ K⁻¹ y α₃₃ = 1.9·10⁻⁵ K⁻¹.



"gear.bmp"

Al operar a temperaturas por encima de la de fabricación, el eje se dilata y distorsiona y su sección pierde la forma de círculo. El adecuado funcionamiento del engranaje exige que la sección transversal del eje tenga una excentricidad inferior a la siguiente especificación: la relación entre sus ejes mayor y menor no debe exceder el valor de la tolerancia tol = 1.005.

Calcular cuál es la máxima temperatura (T_{max}) a la que puede funcionar el microengranaje.

2.5 puntos, 45 minutos



Solución: por ser del sistema tetragonal, α₂₂=α₁₁ (de modo idéntico al problema de la convocatoria de junio 2003).

El tensor de dilatación o expansión térmica expresado en el sistema de referencia cristalográfico es:

$$\alpha = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_{11} & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_{33} \end{pmatrix} K^{-1} \qquad \alpha = \begin{pmatrix} 3.5 \times 10^{-5} & 0 & 0 \\ 0 & 3.5 \times 10^{-5} & 0 \\ 0 & 0 & 1.9 \times 10^{-5} \end{pmatrix} K^{-1}$$

La sección transversal del eje está contenida en el plano perpendicular a [100], es decir, el plano y-z. La sección, inicialmente circular, se convierte en una elipse con el eje mayor en la dirección y, debido a que el coeficiente de dilatación es mayor en la dirección y (α_{2,2} = 3.50 × 10⁻⁵) que en la z (

α_{3,3} = 1.90 × 10⁻⁵). A la temperatura máxima de operación, la relación de semiejes de esta elipse debe ser menor que 1 + α_{2,2} · (T_{max} - T₀)

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Problema 2

Para fabricar piezas aislantes con bajo factor de pérdidas como componentes de un equipo de alta tensión se selecciona una cerámica de la siguiente composición en peso: 60% de sílice SiO₂ (A) 18% de magnesia MgO (B) y 22% de alúmina Al₂O₃ (C).

Para obtener esta composición final se dispone de talco puro 5 SiO₂.4MgO.H₂O (D) y distintos tipos de arcillas:

montmorillonita (E) 4SiO₂.Al₂O₃.H₂O

beidellita (F) 3SiO₂.Al₂O₃.H₂O

caolinita (G) 2SiO₂.Al₂O₃.2H₂O

¿Cuál es la composición (expresada en % en peso de SiO₂ y Al₂O₃) de la arcilla más conveniente que, mezclada con el talco, proporciona la cerámica deseada?

¿De qué clase de arcilla se trata?

¿En qué relación en peso deben mezclarse el talco y la arcilla (téngase en cuenta el agua de constitución de los componentes)?

2.5 puntos, 45 minutos



Solución: las masas moleculares de A, B y C son:

$$Mw_{Si} = 28.1 \quad Mw_O = 16.0 \quad Mw_{Al} = 27.0 \quad Mw_{Mg} = 24.3 \quad Mw_H = 1.0$$

$$Mw_A = Mw_{Si} + 2 \cdot Mw_O \quad Mw_A = 60.1 \quad \text{kg/kmol}$$

$$Mw_B = Mw_{Mg} + Mw_O \quad Mw_B = 40.3 \quad \text{kg/kmol}$$

$$Mw_C = 2 \cdot Mw_{Al} + 3 \cdot Mw_O \quad Mw_C = 102 \quad \text{kg/kmol}$$

En el diagrama triangular se localizan los puntos representativos de la cerámica final (Y) y del talco (D). Uniéndolos con una recta se obtiene la composición de la arcilla en el punto de corte (X) de dicha recta con el eje AC, que resulta aproximadamente **54% (en peso) de sílice y 46% de alúmina**. Esto supone una relación molar:

$$\frac{\frac{54}{Mw_A}}{100-54} = 1.99 \quad \text{moles de sílice por mol de alúmina.}$$

$$\frac{Mw_C}{Mw_C}$$

Y por tanto se trata de **caolinita**.

Las masas moleculares del talco y la caolinita son:

$$Mw_G = 2(Mw_{Si} + 2 \cdot Mw_O) + 2 \cdot Mw_{Al} + 3 \cdot Mw_O + 2(2 \cdot Mw_H + Mw_O) \quad Mw_G = 258.2 \quad \text{kg/kmol}$$

$$Mw_D = 5 \cdot (Mw_{Si} + 2 \cdot Mw_O) + 4(Mw_{Mg} + Mw_O) + (2 \cdot Mw_H + Mw_O) \quad Mw_D = 479.7 \quad \text{kg/kmol}$$

La proporción de talco necesaria (en base seca y en peso) se obtiene de la relación de las longitudes de los segmentos YX/XD=52.1%. Teniendo en cuenta el agua de constitución, 52.1 kg de D y (100-52.1) kg

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



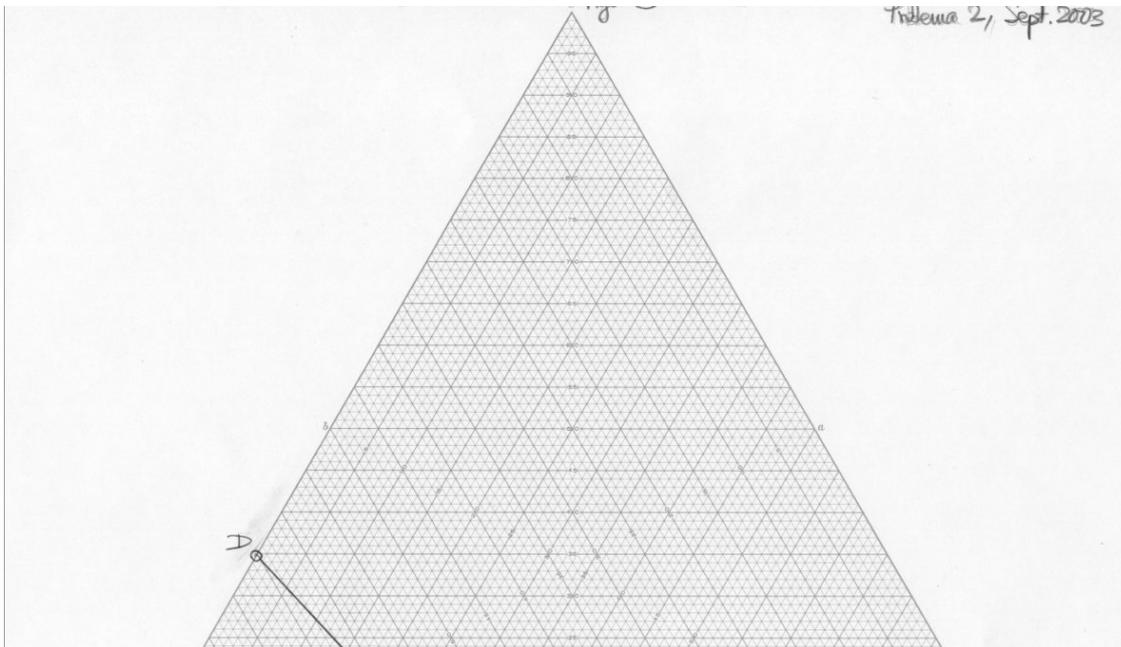
$$\frac{m_G}{m_D + m_G} = 0.507 \text{ de caolinita. Y la relación de mezcla en peso talco/arcilla es } \frac{m_D}{m_G} = 0.973 \text{ kg/kg}$$

Como comprobación:

$$\frac{\frac{m_D}{M_{wD}} \cdot 5 \cdot M_{wA} + \frac{m_G}{M_{wG}} \cdot 2 \cdot M_{wA}}{\frac{m_D}{M_{wD}} \cdot 5 \cdot M_{wA} + \frac{m_G}{M_{wG}} \cdot 2 \cdot M_{wA} + \frac{m_D}{M_{wD}} \cdot 4 \cdot M_{wB} + \frac{m_G}{M_{wG}} \cdot 1 \cdot M_{wC}} = 0.60 \quad \text{fracción en peso de A en el producto}$$

$$\frac{\frac{m_D}{M_{wD}} \cdot 4 \cdot M_{wB}}{\frac{m_D}{M_{wD}} \cdot 5 \cdot M_{wA} + \frac{m_G}{M_{wG}} \cdot 2 \cdot M_{wA} + \frac{m_D}{M_{wD}} \cdot 4 \cdot M_{wB} + \frac{m_G}{M_{wG}} \cdot 1 \cdot M_{wC}} = 0.18 \quad \text{fracción en peso de B en el producto}$$

$$\frac{\frac{m_G}{M_{wG}} \cdot 1 \cdot M_{wC}}{\frac{m_D}{M_{wD}} \cdot 5 \cdot M_{wA} + \frac{m_G}{M_{wG}} \cdot 2 \cdot M_{wA} + \frac{m_D}{M_{wD}} \cdot 4 \cdot M_{wB} + \frac{m_G}{M_{wG}} \cdot 1 \cdot M_{wC}} = 0.22 \quad \text{fracción en peso de C en el producto}$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The text is set against a light blue, abstract background that resembles a stylized 'C' or a wave. Below the text is a horizontal orange bar with a slight gradient and a shadow effect.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The text is set against a light blue, abstract background that resembles a stylized 'C' or a wave. Below the text is a horizontal orange bar with a slight gradient and a shadow effect.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The text is set against a light blue, arrow-shaped background that points to the right. Below the text, there is a horizontal orange bar with a slight gradient and a drop shadow effect.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**