

EJERCICIOS Y CUESTIONES SOBRE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (TEMAS 6 AL 8)

Consejos para resolver las preguntas tipo test:

1. Todas ellas son preguntas relacionadas con la teoría expuesta en los Temas 6, 7 y 8 de este curso.
2. Hay respuestas que son parcialmente ciertas, pero lo que debe buscarse es la respuesta más completa entre todas las propuestas.

I. Responder a las preguntas del siguiente test. Las soluciones se encuentran en la página 6 de este documento.

1. Alargamiento y estricción:

- a) Son medidas directas de la resistencia
- b) Son medidas directas de la ductilidad
- c) Son medidas directas de la tenacidad
- d) Son medidas directas de la dureza

2. En un ensayo de tracción, la deformación será elástica:

- a) Cuando la deformación sea proporcional a la tensión

- b) Cuando al representar la tensión en función de la deformación la relación es lineal
- c) Cuando al retirar la carga el material vuelve a sus dimensiones originales
- d) Todas son ciertas

3. ¿Qué materiales presentan transición dúctil-frágil?

- a) Algunos materiales cerámicos
- b) Algunos materiales metálicos
- c) Algunos materiales poliméricos
- d) Todas son ciertas

4. La sección transversal inicial de una probeta cilíndrica para tracción es de 8 mm^2 y su longitud de ensayo inicial es de 50 mm. Durante el ensayo soporta un esfuerzo máximo de 4000 N, bajo el cual se fractura. Tras la fractura, la sección transversal medida es de 4 mm^2 y la longitud de 75 mm:

4.1. El valor de la tensión a rotura es:

- a) 4000 N
- b) 500 MPa
- c) 1000 MPa
- d) 125 kg/mm^2

4.2. El valor de la deformación es:

- a) 75 mm
- b) 25 mm

- c) 25 %
- d) 50 %

4.3. El valor de la estricción es:

- a) 4 mm²
- b) 200 %
- c) 100 %
- d) 50 %

5. Cuando en el ensayo de tracción la estricción es muy grande:

- a) Es indicativo de un alargamiento pequeño
- b) Es indicativo de una alta ductilidad
- c) Es indicativo de una carga de rotura elevada
- d) Es indicativo de un módulo de elasticidad elevado

6. En la siguiente tabla se muestran las principales propiedades mecánicas de varios materiales hipotéticos:

- a) ¿Cuál tiene mayor ductilidad?
- b) ¿Cuál es previsible que tenga mayor tenacidad?
- c) ¿Cuál es el de menor rigidez?

Material	σ_{\max} (MPa)	E (MPa)	ϵ (%)
A	450	390	30
B	200	150	40
C	400	390	5

7. ¿Qué le ocurre a la resistividad eléctrica de un aislante cuando aumenta la temperatura?

- a) Aumenta
- b) Disminuye
- c) Se mantiene constante
- d) Es independiente de la temperatura

8. En el diseño de un componente eléctrico deben considerarse los siguientes parámetros:

- a) La conductividad eléctrica de los materiales y el factor geométrico del conductor
- b) La intensidad de corriente transmitida
- c) La temperatura y la humedad del medio
- d) La diferencia de potencial aplicada

9. Las relaciones existentes entre la resistencia eléctrica y la temperatura en los metales:

- a) Muestran que la resistividad disminuye con la temperatura
- b) Muestran que la conductividad aumenta con la temperatura
- c) Muestran que cuando la temperatura aumenta la resistividad aumenta
- d) Muestran que la resistividad permanece constante con la temperatura



10. Las impurezas en los sólidos metálicos:

- a) Aumentan la conductividad eléctrica debido al efecto positivo que generan en la estructura cristalina
- b) Disminuyen la conductividad eléctrica porque generan distorsiones y defectos en la red cristalina
- c) Disminuyen la conductividad eléctrica si los defectos poseen menor resistividad
- d) La conductividad eléctrica experimenta un pequeño aumento

11. ¿Cómo se denomina la temperatura a la cual un material imantado pierde su magnetismo?

- a) Temperatura de Foucault
- b) Temperatura de histéresis
- c) Temperatura de Curie

12. La conductividad térmica de un metal o aleación aumenta:

- a) Cuando aumenta la temperatura
- b) Cuando aumenta el grado de acritud
- c) Cuando aumenta la sustancia de aleación
- d) Todas son falsas

13. De los siguientes factores, ¿cuál es beneficioso para disminuir el riesgo de fallo por choque térmico?

- a) Un coeficiente de dilatación térmica grande

b) Una conductividad térmica elevada

c) Un módulo de elasticidad grande

d) Una carga de rotura pequeña

14. La magnitud de la tensión térmica en una barra que experimenta cambios de temperatura:

a) Depende de la tenacidad del material

b) Depende del gradiente de temperatura

c) Depende de la longitud inicial de la barra

d) Depende de la sección transversal de la barra

15. El incremento de la temperatura en un material que se encuentra encastrado fijamente entre dos muros, y por tanto tiene la dilatación térmica impedida:

a) Genera tensiones de tracción en sí mismo

b) Genera tensiones de compresión en sí mismo

c) Genera incrementos de longitud en sí mismo

d) Genera disminuciones de longitud en sí mismo

16. Los mayores coeficientes de dilatación:

a) Aparecen en las aleaciones de aluminio

b) Aparecen en los aceros

c) Aparecen en las cerámicas

d) Aparecen en los polímeros



II. Resolver los siguientes ejercicios. (las respuestas se encuentran en la página 6 de este documento, excepto en algunos casos en que se ha incluido directamente tras el enunciado).

1. Una pieza colada de aluminio solidifica a 660 °C a esa temperatura la pieza tiene 1500 mm de longitud. ¿Cuál será la longitud después de que la pieza se enfríe hasta 15 °C?. Busca los datos que requieras en un internet. Una posible fuente de datos es Wikipedia.

2. En una vivienda en construcción se desea realizar la compra de unos vidrios para las ventanas, proponiéndose la colocación de un único vidrio por ventana, de dimensiones 1200×1200 mm². Si en invierno la temperatura media diurna de la localidad donde se ubica la vivienda es de 6 °C y se desea una temperatura interior mínima de 20 °C, ¿qué espesor debería tener el vidrio para evitar pérdidas de calor mayores de 1,042*10⁷ cal/hora (despreciaremos el calor que el vidrio almacenará como calor específico) durante el día?

Datos: $\nu_{\text{vidrio}} = 0,0019 \text{ cal/cm}^*\text{s}*\text{K}$

Resolución:

La conductividad térmica viene dada por la siguiente expresión:

$$\frac{Q}{A} = k * \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

En este caso todas las variables son conocidas, excepto el espesor del vidrio Δx .

Por lo tanto:

$$\Delta x = k * \frac{\Delta T * A}{Q} = 0,0019 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^*\text{s}*\text{K}} \cdot \frac{(20-6)\text{K}}{1,042 * 10^7 \frac{\text{cal}}{\text{hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600\text{s}}} * 120^2 \text{cm}^2 = 1,32 \text{ cm}$$

3. En el ejercicio anterior, ¿cuál sería la temperatura máxima exterior en verano para mantener las mismas pérdidas de energía térmica suponiendo el funcionamiento de aire acondicionado a una temperatura media diurna de 25 °C?

4. Se desea elegir un material que sometido a tensión de tracción resista, al menos, 150 MPa antes de empezar a adquirir deformaciones permanentes. Además, su deformación elástica unitaria debe ser inferior a 0.001 bajo dicha tensión. Se barajan las siguientes opciones:

- a. Aleación de aluminio, cuyo Módulo de Young es 70 GPa
 - b. Acero, cuyo Módulo de Young es de 205 GPa
- ¿Cuál será la opción más recomendable? Justificar.

5. Para completar la construcción de una obra se desea emplear una pieza en forma de chapa plana fabricada con un material cuyo límite elástico es 570 MPa, su espesor es de 5 mm y el valor de la tenacidad a la fractura es 23,1 MPa·m^{1/2}. ¿Existen condiciones de deformaciones planas?

Resolución:

Para que existan condiciones de deformaciones planas debe cumplirse que

$$B > 2,5 * \left(\frac{K_{IC}}{\sigma_y} \right)^2$$

Siendo B = espesor de la pieza, σ_y = límite elástico, K_{IC} = tenacidad a la fractura del material

Por lo tanto:

$$B = 2,5 * \left(\frac{23,1}{570} \right)^2 = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,1 \text{ mm}$$

Es decir, dado que el espesor de la pieza es de 5 mm y el espesor mínimo para que se cumplan las condiciones

de deformaciones planas es menor, sí serían aplicables dichas condiciones.

6. En la pieza del ejercicio anterior se detecta una grieta interior de 1 mm de longitud. ¿Cuál es la carga máxima que puede soportar el componente sin que la grieta avance? Suponer $Y = 1$.

Resolución:

Dado que se cumplen las condiciones de deformaciones planas se tiene que:

$$K_{IC} = Y * \sigma_y \cdot \sqrt{\pi * a_c}$$

Siendo a_c la mitad del tamaño de la grieta interna (unidades en m en este caso), el valor máximo de la tensión para no propagarla será de:

$$\sigma_y = \frac{K_{IC}}{Y * \sqrt{\pi * a_c}} = \frac{23,1}{1 * \sqrt{\pi * \frac{1 * 10^{-3}}{2}}} = 583 \text{ MPa}$$

7. Una barra de sección rectangular ha sido diseñada para aguantar una tensión a tracción de 600 MPa sin deformarse plásticamente. Está fabricada con un material cuyo valor de tenacidad a la fractura es 60,4 MPa·m^{1/2}. La barra es muy gruesa por lo cual se cumplen las condiciones de deformaciones planas en



esta situación. ¿Cuál sería el máximo tamaño permisible que podrán tener los posibles defectos internos? Suponer $Y = 1$.

8. En un ensayo de péndulo Charpy se rompen dos probetas A y B de un mismo material a distintas temperaturas. La maza de 25 kg cae desde una altura de 1 m y después de romper las probetas de sección 75 mm^2 se eleva 0,3 m al ensayar la probeta A y 0,56 m en el ensayo de la muestra B. Calcular las energías de rotura en ambos casos en J/mm^2 . ¿Cuál de las dos probetas se ha ensayado a mayor temperatura?
9. Se realiza un ensayo de dureza Brinell sobre una muestra de acero al carbono, empleando una bola de diámetro 10 mm y carga de 3000 kg. Realizado el ensayo cinco veces se obtienen los siguientes resultados de diámetro de huella:

Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5
3,8 mm	4,0 mm	4,1 mm	3,75 mm	4,2 mm

Calcular el valor de la dureza y estimar cuál será la resistencia a la rotura a tracción del material si se trata de un acero al carbono.

- III. Responder a las siguientes cuestiones. Se recomienda consultar la bibliografía disponible para dar una respuesta más completa. Las respuestas propuestas están en la página 6 de este documento.

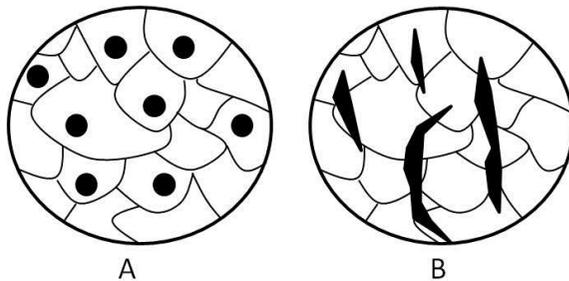
Consejos para responder a las cuestiones: como se ha visto en la teoría las propiedades de los materiales dependen directamente de la estructura y del método de fabricación. Por lo tanto, cuando se pregunta por una propiedad concreta, la respuesta tendrá que relacionarse con la estructura y/o el método de fabricación del material del que se trate.

1. El hierro tiene un coeficiente de dilatación térmica de $12 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$ mientras que la sílice posee un coeficiente de $0,55 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$, ¿a qué se debe esta diferencia?
2. ¿Qué tipos de materiales son viables para fabricar un imán permanente? Justificar.
3. Se ha producido chapa de latón mediante un proceso de laminación en frío. Partiendo de barras iguales, se han fabricado dos chapas distintas, la Chapa A obtenida mediante una reducción de espesor al 40 % (espesor de la

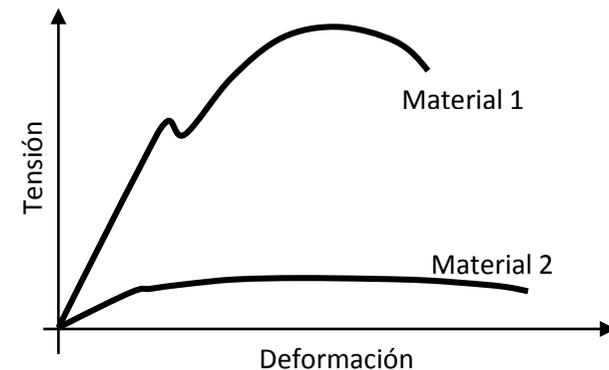
chapa=40% del espesor de la barra inicial), y la chapa B con el 80 % de reducción. Indicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas, razonando la respuesta.

- a. Se cortan probetas de ambas chapas y se ensayan a tracción. Las probetas de la chapa A tendrán mayor resistencia mecánica que las probetas de la chapa B.
- b. Se cortan probetas de ambas chapas y se ensayan a tracción. Las probetas de la chapa A tendrán mayor ductilidad (deformación plástica) que las probetas de la chapa B.

4. Los esquemas de la figura se corresponderían a dos muestras diferentes de la misma aleación observadas al microscopio. Ambas presentan las mismas fases, pero su microestructura es distinta debido a las condiciones de fabricación seguidas. ¿Cuál de ellas presentará una mayor ductilidad? Justificar.



5. Supongamos una serie de tres piezas A, B y C fabricadas con el mismo material metálico (un acero o una aleación de aluminio) y la misma geometría que se ensayan a tracción. La pieza A se ensaya a una temperatura de 25 °C, la pieza B a 75 °C y la pieza C a 125 °C. Razonar las siguientes afirmaciones:
 - a) Todas las piezas resistirán lo mismo.
 - b) Todas las piezas se deformarán lo mismo.
 - c) La pieza A será más frágil.
6. En la figura se muestran los resultados de un ensayo de tracción realizado sobre dos materiales diferentes. Responder razonando a las siguientes cuestiones:
 - a. ¿Cuál es el material más dúctil?
 - b. ¿Cuál es el material más resistente?
 - c. ¿Cuál es el que presenta una menor tenacidad?
 - d. ¿Cuál es el más rígido?
 - e. ¿Cuál es el que presenta el mayor límite elástico?





7. ¿La conductividad eléctrica del latón varía con el porcentaje de aleación que posea? Justificar.
8. Si se desea medir la dureza de un metal que se sospecha que es muy duro, ¿qué escala/método de dureza sería adecuado emplear? Justificar.
9. ¿Existe alguna relación entre la resistencia y la dureza en los metales?, ¿cuál?
10. En un ensayo de tracción, ¿qué es la estricción?
11. En un ensayo de tracción, ¿en qué influye la velocidad del ensayo?

RESPUESTAS

Ejercicio I:

1. b)
2. c)
3. d)
4.
 - 4.1. b)
 - 4.2. d)
 - 4.3. d)
5. b)
6.
 - a) B
 - b) A
 - c) B
7. b)



- 8. a)
 - 9. c)
 - 10. b)
 - 11. c)
 - 12. d)
 - 13. b)
 - 14. b)
 - 15. b)
 - 16. d)
7. $a_c = 6,4 \text{ mm}$
8. Probeta A: $2,29 \text{ J/mm}^2$, Probeta B: $1,43 \text{ J/mm}^2$. Dado que la probeta A absorbe más energía es más dúctil que la B. La ductilidad en los materiales es mayor con temperaturas más altas, luego la probeta A será la que se encuentra a mayor temperatura.
9. $HB = 232 \text{ kg/mm}^2$; $\sigma_{\text{Rotura}} = 802 \text{ MPa}$

Ejercicio II:

1. Dato: $\alpha = 25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \rightarrow L_{\text{Final}} = 1.476 \text{ mm}$
3. $T_{\text{exterior}} = 38,96 \text{ }^\circ\text{C}$
4. La opción adecuada será el acero dado que el material necesitará al menos una rigidez de 150 GPa para cumplir ambas condiciones

Ejercicio III:

1. La dilatación térmica se define como el cambio de dimensiones por unidad de longitud que experimenta un material al ser calentado. El valor del coeficiente de dilatación está relacionado con el tipo de enlaces del material y con su punto de fusión. De tal forma que cuanto mayor sea su punto de fusión y mayores sean las fuerzas de sus enlaces el coeficiente será menor. Por lo tanto, el hierro que presenta enlace metálico frente a los enlaces covalentes que presenta la sílice, más fuertes, poseerá un punto de fusión menor y un coeficiente de dilatación térmica mayor.
2. Para lograr un imán permanente, en primer lugar, el material debe poseer dipolos magnéticos para ello es necesario que exista un momento magnético neto.

El momento magnético neto se genera mediante el movimiento, en el mismo sentido y alrededor de su eje, de los electrones desapareados situados en los últimos niveles energéticos de los átomos que forman el material. Para que exista un momento magnético neto el material debe poseer al menos 5 electrones desapareados en su última capa, condición que cumplen los metales de transición.

Por otra parte, los dipolos magnéticos deben estar ordenados u orientados en la misma dirección a lo largo del tiempo para formar un imán permanente.

Todas estas condiciones las cumplen los materiales ferromagnéticos y las ferritas de una manera eficiente.

3.

a) Falso. Una mayor disminución del espesor de la chapa significa mayor acritud que experimentará el material. Este proceso conduce a que el material B posea mayor resistencia que el A.

b) Verdadero. Cuanto mayor sea la acritud más frágil será el material, por lo tanto, el que sufra menor deformación será más dúctil.

4. Puede observarse que la fase blanca mayoritaria presenta el mismo tamaño de grano en ambas muestras por lo que no

habrá diferencias entre ambas por esta cuestión. Sin embargo, la fase negra minoritaria si presenta diferencias muy apreciables: mientras que en la muestra A es redondeada, de pequeño tamaño y está uniformemente repartida, en la muestra B es alargada, puntiaguda y de gran tamaño, concentrada en ciertas zonas. Estas distribuciones hacen que la muestra mecánicamente más dúctil y adecuada mecánicamente sea la A dado que un precipitado redondeado, de tamaño pequeño y uniformemente distribuido hace que esta propiedad mejore. La muestra B presentará fragilidad y fractura prematura debido a la forma y distribución de la fase secundaria.

5.

a) No. La resistencia mecánica varía en función de la temperatura a la que se encuentre el material. Cuanto mayor sea la temperatura menor será la resistencia. En este caso la muestra más resistente será la ensayada a 25 °C y la menos resistente la ensayada a 125 °C.

b) No. La ductilidad del material también depende de la temperatura. Cuanto mayor sea la temperatura a la que se encuentra más dúctil será. Por lo tanto, en este caso, la muestra a 125 °C será la más dúctil.

c) Sí. Generalmente, la capacidad de deformación de los materiales disminuye al disminuir la temperatura. En este caso, al ser la muestra A la que se encuentra a menor temperatura



será la que presente un menor alargamiento en rotura y se puede decir que es la más frágil de las tres muestras.

6.

a) El menos ductil será el que presente una menor longitud de la curva, por lo tanto, el material 1.

b) El menos resistente será aquel que presente un máximo menor en la curva, por lo tanto, el material 2.

c) La tenacidad se define como la energía que es capaz de absorber un material hasta llegar a la rotura y se calcula como el área confinada bajo la curva. Por lo tanto, el material más tenaz será el 1.

d) La rigidez es la oposición que presenta el material a ser deformado elásticamente y se define como la tangente del ángulo que forma la parte inicial recta de la curva. En este caso el material menos rígido será el 2.

e) El límite elástico es el valor de tensión en el cual la deformación del material deja de ser elástica y pasa a ser plástica. Esta zona está definida donde la curva inicialmente recta deja de serlo. Por lo tanto en este caso el material que mayor límite elástico posee es el material 1.

7. Sí, cuanto mayor sea el porcentaje de elemento aleante (zinc) menor será la capacidad conductora del latón. El zinc

incorpora imperfecciones a la estructura del cobre lo que perjudica a la transmisión de corriente por el material.

8. Los metales más duros se ensayan en la escala Rockwell C empleando un cono de diamante como indentador.

9. Sí, la dureza está relacionada con la resistencia de los metales. Es por esta razón que se emplea el ensayo de dureza como método barato y no destructivo para estimar la resistencia de los metales. La relación es la siguiente: la dureza es directamente proporcional a la resistencia del metal. En la mayoría de los aceros se cumple que $\sigma_t = 3,45 * HB$ (MPa)

10. La estricción es una disminución de la sección localizada que sufren los materiales y que comienza a visualizarse cuando el material alcanza la resistencia máxima y que acaba con la rotura de la pieza (ver página 12 del Tema 6).

11. La velocidad del ensayo es una variable fundamental en el ensayo de tracción dado que modifica los resultados obtenidos. Con velocidades de ensayo altas, en un mismo material, se obtienen mayores resistencias y menores ductilidades que cuando se emplean velocidades bajas. A la hora de dar los resultados de un ensayo siempre debe especificarse a qué velocidad de aplicación de la carga se han obtenido.