

**1. ¿Son los defectos o imperfecciones cristalinos siempre indeseables? Justificar/ejemplificar.**

No. No existen cristales perfectos y los distintos tipos de imperfecciones o defectos que poseen afectan las propiedades físicas y mecánicas importantes de los materiales, por lo que en muchas ocasiones, dependiendo de las propiedades que busquemos, son deseables. Por ejemplo, el comportamiento eléctrico de los semiconductores está controlado por las imperfecciones cristalinas. Defectos puntuales de átomos de arsénico en la red de silicio pueden incrementar su conductividad significativamente.

Por otro lado, los defectos lineales influyen en el comportamiento mecánico de los materiales. Su presencia permite la deformación de los metales con gran facilidad permitiéndoles el cambio de forma permanente (plasticidad). También disminuyen drásticamente la resistencia mecánica de los sólidos cristalinos.

**2. Diferencia y ejemplos aplicaciones industriales comunes de trabajo en frío y en caliente.**

El trabajo en caliente se realiza a temperaturas superiores a la temperatura de recristalización del metal, mientras que el trabajo en frío se realiza a temperaturas inferiores a la temperatura de recristalización del metal.

En la industria siderúrgica podemos encontrar los dos tipos de trabajo.

El *laminado en frío* es un proceso industrial que consiste en la deformación continua a alta velocidad de materiales metálicos, generalmente el acero, además del hierro, el aluminio, el cobre y sus diferentes aleaciones. Se lleva a cabo a temperatura ambiente. Se utiliza para obtener chapas de espesores finos (<2mm). Mediante este proceso, se puede fabricar toda clase de piezas que requieran de una precisión elevada.

La *forja* es un tipo de trabajo en caliente que consiste en moldear un metal mejorando sus propiedades mecánicas y solidez metalúrgica, a través de una deformación plástica controlada por medio de impacto o presión. Las piezas forjadas se encuentran comúnmente en partes de máquinas con esfuerzos críticos, particularmente en donde pueda afectarse la seguridad humana.

**3. Breve resumen teórico del razonamiento de Griffith detrás de la fórmula.**

Griffith estudió el comportamiento de la fractura del vidrio de sílice, un material muy frágil. A fines prácticos, una analogía de su análisis se hace extensible a otros materiales. Dos tipos de energía son consideradas durante la fractura de un material: energía de deformación plástica y energía de superficie.

Se realizó un ensayo de tracción sobre dos probetas en forma de láminas, delgadas, sujetas a una misma tensión, en la que una tiene una fisura, que es muy pequeña en longitud respecto al ancho de la lámina y la otra no tiene fisura. Se probó que se requerirá menos carga para extender la probeta fisurada que la no fisurada. La energía elástica almacenada en cada probeta hasta una dada deformación es menor para la probeta fisurada que para la no fisurada.

Griffith usó esta diferencia en la energía elástica almacenada para desarrollar una teoría para la rotura frágil. Razonó que, para ir del estado sin fisura al fisurado, no hay solo una disminución en la energía elástica, sino también un incremento en la energía de superficie, debido a la creación de una nueva superficie con fisura.

Teniendo en cuenta el 1er principio de la termodinámica, que, al ser un sistema cerrado, la energía se conserva y suponiendo un cuerpo previamente fisurado, Griffith razonó que la fisura ocurrirá cuando la

velocidad en que disminuye la energía potencial elástica es igual a la velocidad con la que es absorbida para generar nuevas superficies de fisuras.

#### 4. Explicar la razón de por qué las ventanas de los aviones son ovaladas y no cuadradas.

Cuando un avión gana altura, la presión atmosférica externa baja y es menor que la del interior de la cabina, por lo cual es necesario realizar la presurización. Esta diferencia de presión hace que el fuselaje, aunque sea mínimamente, se expanda. Tras miles de ciclos (presurización/despresurización), el metal comienza a fatigarse y puede haber fisuras en las zonas de máxima tensión. . Esto se debe a que el espacio que ocupa la ventana no hay metal que soporte el fuselaje, y toda esa tensión la debe aguantar el metal inmediatamente alrededor de la ventana. Si este metal está ajustado a ventanas de ángulos rectos, sufre esfuerzos más grandes en las esquinas entre 2 y 3 veces a las del resto del fuselaje, ya que las ventanas cuadradas, a diferencia de las ovaladas, suponen una barrera para el flujo de tensión, especialmente en las esquinas y, por tanto, favoreciendo su concentración en estos puntos. Por ello hoy en día la adopción de ventanas ovaladas y de menor superficie fuertemente reforzadas, para evitar la concentración de tensiones en las esquinas y que éstas se repartan lo más uniforme posible.

El caso de los siniestros ocurridos con De Havilland Comet, fueron importantes para que hoy en día se tenga en cuenta la fatiga (fenómeno que provoca la falla del material debido a la aplicación de esfuerzos cíclicos por debajo del límite elástico), un fenómeno de gran importancia a tener en cuenta en el diseño estructural de las ventanas en los aviones comerciales actuales, y que en ese momento era poco conocido.

#### 5. Indique si la siguiente afirmación es verdadera o falsa justificando su respuesta:

**El agrietamiento por corrosión con esfuerzo es un fenómeno que se da de forma lenta en un material que se encuentra expuesto a un ambiente de fácil corrosión, cómo lo puede ser el agua de mar.**

FALSO. El agrietamiento por corrosión, también conocido por sus siglas en ingles SCC, es una forma de fractura en un material, generada por corrosión o tensiones concentradas producidas por la atmósfera en la que se encuentra y que ocurre de manera instantánea (ej.: de un día para el otro). Lo interesante es que se da en ambientes en los que parecen a simple vista inofensivos para el material, pero terminan generando en el mismo un SCC severo.

#### 6. Describa los usos del Titanio y el por qué de los mismos.

-Chapas y flejes para uso industrial

-Barras para uso industrial

-Caños con y sin costura

Por su alta resistencia a la corrosión (Ej.: resiste al agua de mar)

-Tubos con y sin costura para condensadores y/o intercambiadores de calor (ej. Pausterizador) >> Por su NO buena conductividad térmica ni eléctrica.

-Titanio sin alear para implantes quirúrgicos

-Ti 6Al 4V ELI para uso en implantes quirúrgicos

El Titanio es material BIOCOMPATIBLE con los fluidos del cuerpo humano por lo que puede integrarse con el tejido óseo tranquilamente sin contaminar el cuerpo humano.

-Varillas y electrodos para soldadura

7. En la teoría de la mecánica de la fractura, ¿cuál es la diferencia que hay entre la fractura de los sólidos frágiles y de los metales?

La diferencia que existe entre la fractura de estos dos tipos de materiales es la presencia de la deformación plástica en la raíz de la grieta.

En el caso de los materiales frágiles, la energía que causa su fractura es la energía superficial, ya que estos materiales no tienen deformación plástica.

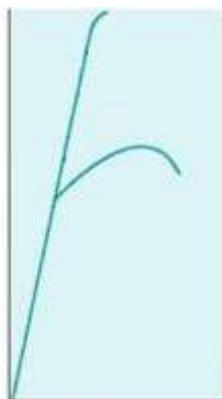
En cambio para los materiales metálicos, que si sufren de deformación plástica antes de su fractura, la energía responsable de la fractura principalmente es la energía de deformación plástica, ya que la misma es muchísimo mayor que la de superficie (haciéndola casi despreciable) para estos materiales.

Entonces para los metales la tenacidad a la fractura será proporcional a la energía consumida en la deformación plástica, a diferencia de los materiales frágiles, como el vidrio por ejemplo, que únicamente tendrá en cuenta la energía superficial.

8. ¿Por qué algunos buques de la Segunda Guerra Mundial se partían sin haber sufrido ningún impacto? ¿Qué relación tiene este suceso con los ensayos de Charpy?

Para la Segunda Guerra Mundial se produjeron una serie de barcos llamados Liberty que fueron famosos por fracturarse sin ningún tipo de razón aparente. A raíz de estos sucesos se comenzó a investigar y se descubrió que el acero se fracturaba más fácil a menores temperaturas (sumado al hecho de que estaban hechos de placas soldadas que actuaban como concentradoras de tensión). La energía absorbida en el ensayo de impacto de Charpy depende de la temperatura. Para materiales metálicos con estructura BCC tal como el acero utilizado en los buques de guerra, se observa que a determinada temperatura el material comienza a absorber menos energía, es decir, se vuelve más frágil.

9. Se dispone del siguiente grafico donde cada curva representa las características de un material distinto. Mencionar diferencias entre ambas curvas y materiales junto con un ejemplo representativo de cada una.



La curva superior representa un material más frágil que la inferior. A su vez, el material de la curva superior posee mayor capacidad para recibir energía antes de la deformación/rotura.

Por otro lado, la curva inferior representa un material más dúctil con mayor deformación plástica asociada.

Ejemplo de material de la curva superior: Cerámico - Vidrio templado.

Ejemplo de material de la curva superior: Acero de bajo carbono – SAE 1020.

10. **Enuncie y describa los modos de fractura estudiados en la materia. Indique por qué son útiles estas definiciones y cual es el modo de fallo más común.**

Modo I o modo de apertura, en el cual la grieta se abre debido a la aplicación de tensiones normales al plano de fractura.

Modo II o modo deslizante, en el que debido a la aplicación de tensión cortante en el plano de fractura, se producen desplazamientos longitudinales de las superficies en dicho plano.

Modo III o modo de rotura transversal que corresponde al desplazamiento de las superficies de fractura en sentidos opuestos, debido a la aplicación de tensión cortante en planos diferentes al plano de fractura.

Estas definiciones resultan importantes porque simplifican el abordaje al concepto de tenacidad a la fractura y evaluar el factor de intensidad de esfuerzo. El modo de fallo más común es el modo I.

Cerámicos

11. **Mencione los pasos de la conformación de polvos e indique ejemplos de procesos de conformado.**

1. Procesado de polvos: los polvos cerámicos son mezclados con fluidificantes, plastificantes y/o ligantes y luego son molidos.
2. Conformado: en esta etapa se le da la forma deseada a la mezcla. Los procesos de conformado más utilizados son slip casting, extrusión, compactación uniaxial o isostática e inyección.
3. Cocido: se eliminan aditivos por medio de calentamiento.
4. Densificación: se aplica calor y presión para lograr un material más denso.

12. **¿Qué es el proceso de prensado uniaxial? Diferencias frente al prensado isostático.**

En este tipo de prensado, el polvo es compactado en una matriz metálica mediante presión aplicada en una sola dirección. Las velocidades de producción son altas y el proceso es barato, sin embargo, está restringido a piezas de formas sencillas. En el isostático, la presión se aplica a un fluido, por lo que impacta a toda la superficie de la pieza. Se pueden fabricar piezas más complejas, pero el proceso es más lento y caro.

### 13. Nitruro de Silicio como material de biomedicina

Desde 1989 se estableció que el  $\text{Si}_3\text{N}_4$  es un material biocompatible, lo que significa que puede reemplazar una parte de un organismo vivo sin causar daños y permitiendo la regeneración del tejido a su alrededor.

Sirve para fabricar componentes para sustitución o reparación de huesos que soportan carga y también dispositivos intervertebrales, es decir, pequeños objetos que permiten reparar la columna vertebral.

El nitruro de silicio es no tóxico, favorece la adhesión celular, la proliferación o multiplicación normal de las células y su diferenciación o crecimiento por tipo de célula.

### 14. ¿Por qué es complejo determinar la resistencia a la tracción en los cerámicos?

Al ser materiales irregulares, existen muchos concentradores de tensiones como poros, microfallas y bordes de grano que hacen que la resistencia a la tracción sea producto de un cálculo probabilístico.

### 15. La Zirconia Parcialmente Estabilizada se comporta de una manera particular ante la aparición de una grieta. ¿Cómo se comporta y por qué?

En la región de una grieta a propagar, las partículas tetragonales metaestables se transforman a monoclinica estable, se expanden contra la matriz, generando una tensión de compresión en la superficie de la grieta, que actúa para reducir la propagación de la grieta.

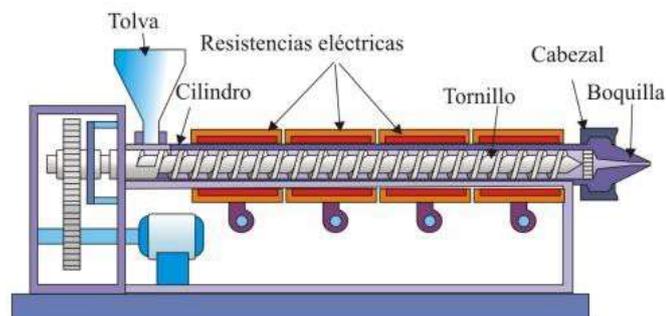
Polímeros

### 16. ¿Por qué no puedo usar un polímero termorrígido en una extrusora convencional?

Una extrusora es una máquina cuyo proceso hace referencia a cualquier operación de transformación en la que un material fundido es forzado a atravesar una boquilla para producir un artículo de sección transversal constante y, en principio, longitud indefinida.

Una extrusora consta de:

1. Tolva de alimentación del material,
2. Tornillo de fusión-plastificación del mismo,
3. Sistema de bombeo y presurización, que habitualmente generará también un efecto de mezclado
4. Cabezal y boquilla da lugar al conformado del material fundido y finalmente la salida



Al trabajar a una temperatura tal que el material fluye, justamente no se puede trabajar con un termorrígido, debido a que estos materiales se pueden polimerizan o curan a través de la temperatura, así que no se consideran comúnmente como materiales que fluyen, condición necesaria para poder usar una extrusora.

**17. Los materiales oxodegradables son comercializados como materiales con un impacto positivo en el medio ambiente. ¿Es correcto esto?**

NO, los materiales oxodegradables son materiales que presentan aditivos que ayudan a la fragmentación del material. Los vendedores indican que es una característica positiva debido a que acelera la degradación del material; sin embargo, esto no es cierto. Estos materiales tienen la particularidad que, a través de estos aditivos, pueden fragmentarse en materiales más pequeños conocidos comúnmente como microplásticos; pero esto no tienen nada que ver con su degradación. En otras palabras, obtenemos el mismo material, pero en tamaño del orden de las micras. Estos son muy nocivos para la salud de los seres vivos (al ser pequeños son más fáciles de ingresar al organismo de los seres vivos).

**18. Temperatura de transición vítrea: ¿Qué es y cuál es su importancia práctica?**

La temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) es la temperatura por encima de la cual se produce una transición reversible en la que las regiones no cristalinas (amorfias) del polímero, cambian de un estado vítreo (rígido y frágil) a un estado viscoelástico, con una pérdida significativa de rigidez. Conocer esta temperatura, cuando empieza a fluir el material, puede ser útil para decidir las temperaturas de trabajo de un material específico, así como sus condiciones de procesado.

La  $T_g$  se puede determinar a través de técnicas como la calorimetría diferencial de barrido (DSC), análisis termomecánico (TMA), análisis térmico mecánico-dinámico (DMTA), entre otras. La norma ASTM D3418, detalla algunos de estos métodos usados masivamente.

**19. Explicar la diferencia entre materiales Biodegradables y compostable**

La biodegradabilidad es la capacidad que tiene un material de ser descompuesto por microorganismos reconocido como reciclado biológico; el resultado de este proceso es agua,  $CO_2$  y biomasa. Este procedimiento se hace bajo norma que estable las condiciones ambientales (temperatura y humedad), además del tiempo en el cual se debe completar la biodegradación. Esta característica es inherente al origen de la materia prima.

Si al analizar las características de la biomasa obtenida del proceso de biodegradación cumplen con un estándar establecido y se caracteriza como compost, el cual tiene el potencial de ser usada dentro de las cadenas productivas agrícolas, este material se clasifica como compostable.

**20. ¿Cómo se clasifica un bioplásticos?**

Los bioplásticos se clasifican a partir de dos conceptos: el origen de la materia prima y su comportamiento con el medio ambiente, es decir, si se biodegrada y/o composta. Si cumple una de las dos características, en el mejor de las posibilidades ambas (biobasados y biodegradable o compostable (Figura 1), se clasifica

como bioplásticos. Según “European Bioplastics, un material plástico se define como bioplástico si es de base biológica, biodegradable o presenta ambas propiedades.”

