

Nombre y apellidos:

Número de matrícula:

- sólo una respuesta es correcta
- sólo puntuarán las respuestas con un razonamiento matemático, gráfico, etc.
- las respuestas incorrectas no restan puntos
- usar por favor bolígrafo, pluma o rotulador
- usar estas mismas hojas para hacer los cálculos
- 60 min, 0.5 puntos cada problema

Las soluciones aparecerán en AulaWeb dentro de los dos días hábiles siguientes a la finalización de la prueba.

Las preactas se publicarán no más tarde del día 18 de junio y la revisión de examen será el martes 22 de junio a las 11:30 en la sala de profesores de la 2ª planta.

▣ _____

1. Un semiconductor A cuyo radio atómica es $r_A = 3.2 \times 10^{-10}$ m, cristaliza en la estructura cúbica del diamante. Determinar la densidad superficial atómica (átomos de A / m²) para los planos cristalográficos de la forma {111}.

- 7.518×10^{18} átomos de A / m²
- 1.057×10^{18} átomos de A / m²
- 2.455×10^{18} átomos de A / m²
- 2.999×10^{18} átomos de A / m²
- 6.44×10^{17} átomos de A / m²
- ninguna de las anteriores; la respuesta correcta es:

▣ _____

Sol.: en la figura se representa la intersección de uno de los planos de la forma indicada con la celda unidad. La intersección es un triángulo equilátero (marcado con línea gruesa). Este triángulo contiene 3 átomos en los vértices (cada uno contribuye 1/6) y 3 átomos en la mitad

de los lados (cada uno contribuye 1/2), es decir, un total de $\frac{3}{6} + \frac{3}{2} = 2$ átomos (marcados

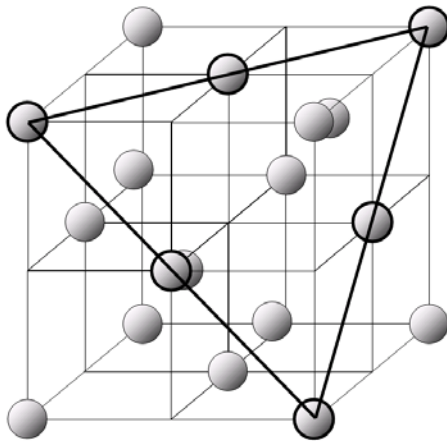
también con línea gruesa).

El parámetro de celda (la arista del cubo) está relacionada con el radio del átomo por (ver fig. 13.15, p. 454):

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



$$a = \frac{8}{\sqrt{3}} r_A \quad a = 1.478 \times 10^{-9} \text{ m}$$

El lado del triángulo es: $L = \sqrt{2} a$

y como es equilátero:

$$A = \frac{1}{2} \cdot L \cdot L \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad A = 1.892 \times 10^{-18} \text{ m}^2$$

También puede usarse la fórmula de Herón

Semiperímetro: $s = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot L$

Área: $A = \sqrt{s \cdot (s - L) \cdot (s - L) \cdot (s - L)}$ $A = 1.892 \times 10^{-18} \text{ m}^2$

O bien, el área del triángulo es la mitad del módulo del producto vectorial de los vectores que forman dos lados del mismo:

$$A = \frac{1}{2} \cdot \left| \begin{pmatrix} a \\ -a \\ 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a \\ 0 \\ -a \end{pmatrix} \right| \quad A = 1.892 \times 10^{-18} \text{ m}^2$$

Y la densidad atómica superficial:

$$\frac{\frac{3}{6} + \frac{3}{2}}{A} = 1.057 \times 10^{18} \text{ átomos/m}^2$$

átomos/m²



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



2. Un material usado en acumuladores de calor se puede considerar como un compuesto de dos componentes A y B. Los calores específicos y las densidades de los dos componentes son

$$C_{pA} = 5.55 \times 10^3 \text{ J/kgK}, C_{pB} = 7.63 \times 10^3 \text{ J/kgK}, \rho_A = 1.29 \times 10^3 \text{ kg/m}^3, \text{ y}$$

$\rho_B = 2.445 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, respectivamente. La fracción volumétrica de A es $V_A = 0.2$. Determinar el calor específico por unidad de volumen del compuesto (en $\text{J/m}^3\text{K}$).

- $1.636 \times 10^7 \text{ J/m}^3\text{K}$
- $7.455 \times 10^6 \text{ J/m}^3\text{K}$
- $3.681 \times 10^7 \text{ J/m}^3\text{K}$
- $4.954 \times 10^6 \text{ J/m}^3\text{K}$
- $6.722 \times 10^6 \text{ J/m}^3\text{K}$
- ninguna de las anteriores; la respuesta correcta es:



Sol.: en 1 m^3 de compuesto hay $V_A = 0.2 \text{ m}^3$ de A y $1 - V_A = 0.8 \text{ m}^3$ de B. Sus masas son

$V_A \cdot \rho_A = 258 \text{ kg}$ y $(1 - V_A) \cdot \rho_B = 1956 \text{ kg}$. El calor específico de esta masa contenida en 1 m^3 es directamente la magnitud pedida:

$$V_A \cdot \rho_A \cdot C_{pA} + (1 - V_A) \cdot \rho_B \cdot C_{pB} = 1.636 \times 10^7 \text{ J/m}^3\text{K}$$



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



3. Una resistencia eléctrica está fabricada con un metal. La resistencia se mide a dos temperaturas, $T_1 = 367$ y $T_2 = 589$ K, y se obtienen los valores $R_1 = 304.2 \Omega$ y $R_2 = 416.9 \Omega$ respectivamente. Determinar qué valor de la resistencia se medirá a $T_3 = 500$ K.

- 371.7Ω
- 194.58Ω
- 695.96Ω
- 277.3Ω
- 482.27Ω
- ninguna de las anteriores; la respuesta correcta es:



Sol.: la resistividad de un metal varía linealmente con la temperatura (ec. 13.18, p 451) en el intervalo de valores de T dados. Puesto que la resistencia es proporcional a la resistividad, la resistencia también variará linealmente:

$$R(T) \propto \rho(T) \frac{L}{S} \propto \rho_0 (1 + \alpha_T T) \frac{L}{S}$$

Por tanto, conocidos dos valores de R a dos temperaturas, el valor de R a otra temperatura se puede obtener interpolando linealmente entre los valores dados:

$$R_3 = R_1 + (R_2 - R_1) \cdot \frac{T_3 - T_1}{T_2 - T_1} \quad R_3 = 371.7 \quad \Omega$$



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



4. Un elemento de la suspensión de un vehículo es un bloque cilíndrico de un elastómero (caucho sintético) de altura $h = 0.11$ m y diámetro $D = 0.08$ m. Se especifica que cuando este elemento se someta a una fuerza de compresión de $F = 3.2 \times 10^4$ N (actuando sobre las bases del cilindro), no debe reducirse su altura en más de $\Delta h = 8 \times 10^{-3}$ m. La relación entre esfuerzo mecánico τ y elongación λ para este elastómero está dada por:

$$\tau(\lambda) = E \left(\lambda - \frac{1}{\lambda^2} \right)$$

donde la elongación se define como: $\lambda = \frac{h_{\text{bajo carga}}}{h_{\text{sin carga}}}$

Determinar qué módulo E debe tener este material, como mínimo, para cumplir la especificación dada.

- 2.587×10^7 Pa
- 1.304×10^8 Pa
- 2.700×10^7 Pa
- 8.987×10^6 Pa
- 2.058×10^7 Pa
- ninguna de las anteriores; la respuesta correcta es:



Sol.: de los datos obtenemos inmediatamente la elongación y el esfuerzo:

$$\lambda = \frac{h - \Delta h}{h} \quad \lambda = 0.927 \quad \tau = \frac{-F}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad \tau = -6.366 \times 10^6$$

Por tanto: $E = \frac{\tau}{\lambda - \frac{1}{\lambda^2}} \quad E = 2.7 \times 10^7 \quad \text{Pa}$



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





5. Un bit sobre la superficie de un DVD o CD-ROM ocupa, de modo aproximado, un cuadrado de lado igual a la longitud de onda del láser de lectura. Estima cuántos bits pueden almacenarse en una cara de un disco de diámetro $D = 0.09$ m con un láser semiconductor en el que la emisión láser tiene lugar entre dos niveles cuya diferencia de energía es de $\Delta E = 3.1$ eV. Supón que el disco es un círculo y su superficie se aprovecha completamente (no tener en cuenta la perforación central).

- 5.755×10^{10} bits
- 3.968×10^{10} bits
- 5.058×10^{10} bits
- 3.249×10^{10} bits
- 1.141×10^{10} bits
- ninguna de las anteriores; la respuesta correcta es:



Sol.: de los datos obtenemos inmediatamente la longitud de onda del láser:

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E \cdot 1.60 \cdot 10^{-19}} \quad \lambda = 4.004 \times 10^{-7} \text{ m}$$

por tanto, el número de bits que caben en una cara es:

$$\frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}{\lambda^2} = 3.968 \times 10^{10} \text{ bits}$$

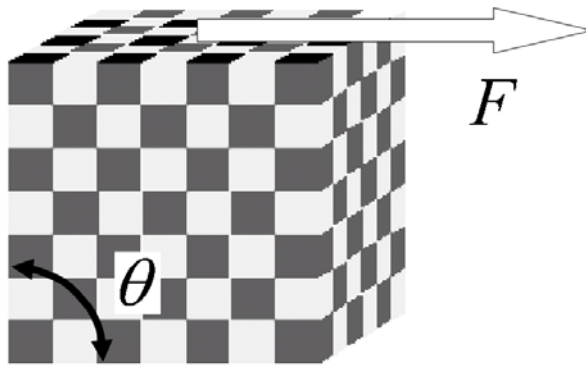


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



6. Un material compuesto tiene una estructura formada por cubos de dos materiales A y B (gris y negro en la figura). A y B son sólidos homogéneos e isotrópicos.



Un bloque cúbico, de lado $L = 0.3$ m de este material está fijo en su base y se somete a una fuerza de módulo $F = 563$ N que actúa sobre toda la cara superior del cubo como se indica en la figura.

Los módulos a cortadura de A y de B son $G_A = 5.56 \times 10^7$ Pa y $G_B = 1.668 \times 10^7$ Pa, el módulo a cortadura del compuesto se obtiene de la regla de mezcla $G_{\text{compuesto}} = \sqrt{G_A \cdot G_B}$. Determina cuánto se reduce el ángulo θ debido a la acción de la fuerza F.

- 1.192×10^{-4} rad
- 3.809×10^{-3} rad
- 7.254×10^{-3} rad
- 2.054×10^{-4} rad
- 2.609×10^{-3} rad
- ninguna de las anteriores; la respuesta correcta es:



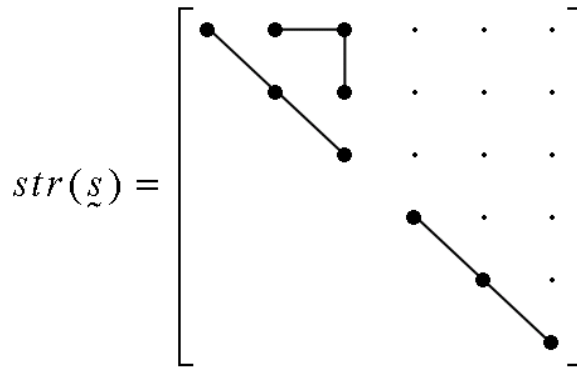
Sol.: de la regla de mezcla obtenemos el módulo a cortadura del compuesto:

$$G_{\text{compuesto}} = \sqrt{G_A \cdot G_B} \quad G_{\text{compuesto}} = 3.045 \times 10^7 \text{ Pa}$$

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



Al ser cúbico, los eje convencionales son paralelos a las aristas del cubo, y por tanto la fuerza que actúa sobre la cara indicada produce un esfuerzo (tensión) mecánica τ_{23} , que en notación de Voigt es τ_4 . Aplicando:

$$\vec{\varepsilon} = \underline{s} \vec{\tau}$$

$$\varepsilon_i = s_{ij} \tau_j$$

obtenemos la deformación a cortadura:

$$2\varepsilon_{23} = \varepsilon_4 = s_{44} \tau_4 = \frac{1}{G_{\text{compuesto}}} \tau_4 = \frac{F}{L^2 G_{\text{compuesto}}} = \frac{F}{L^2 \sqrt{G_A G_B}}$$

$$\frac{F}{L^2 \sqrt{G_A G_B}} = 2.054 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

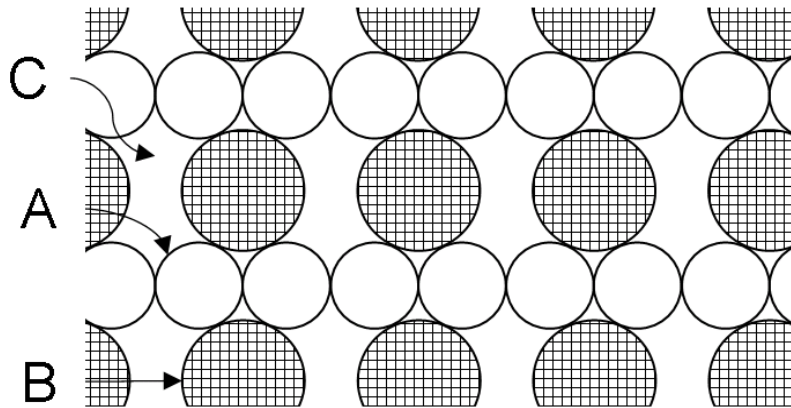


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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



7. Un material está compuesto de fibras cilíndricas de dos materiales A y B orientadas paralelamente entre sí, dentro de una matriz de un tercer material C. La sección del compuesto, transversal a los ejes de las fibras se indica en la figura. A, B y C son homogéneos e isotrópicos. El compuesto se utiliza como material aislante térmico.



Los radios de los dos tipos de fibras y las conductividades térmicas de los tres componentes son conocidos: $R_A = 4 \times 10^{-3}$ m, $R_B = 4.56 \times 10^{-3}$, $k_A = 5.6 \times 10^{-3}$, $k_B = 6.1 \times 10^{-3}$ y $k_C = 0.016$ W/mK. Determinar la conductividad térmica del compuesto en la dirección de las fibras.

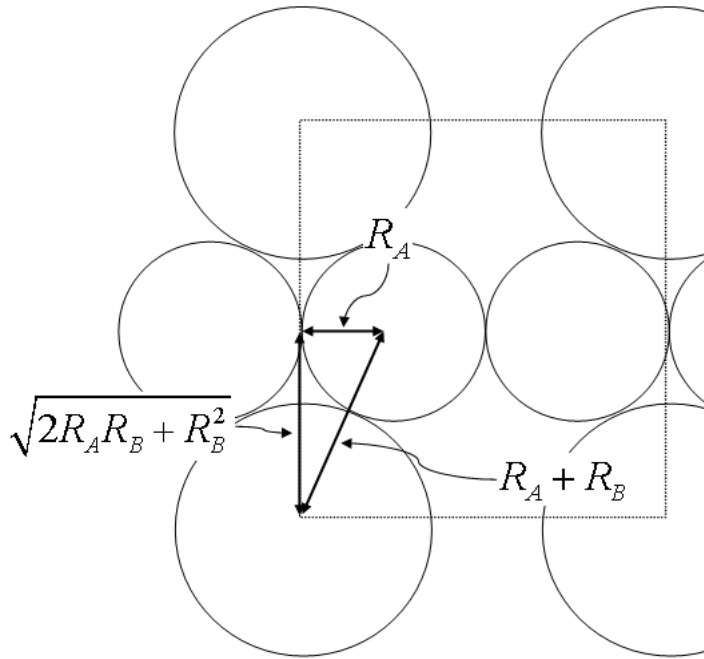
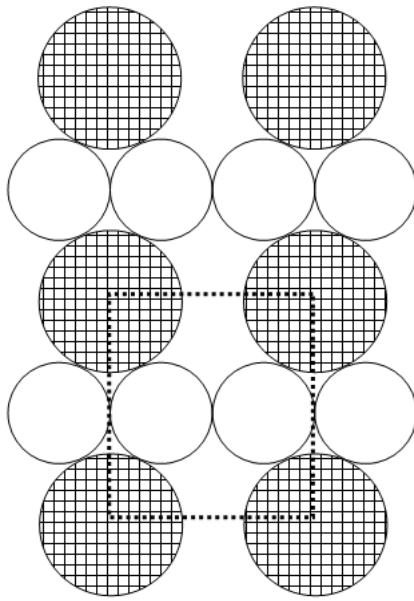
- 2.534×10^{-3} W/mK
- 8.886×10^{-3} W/mK
- 4.621×10^{-3} W/mK
- 5.145×10^{-3} W/mK
- 7.849×10^{-3} W/mK
- ninguna de las anteriores; la respuesta correcta es:



Sol.: en la dirección de las fibras, los tres componentes se encuentran en isogradiante (el gradiente de temperatura es la misma a lo largo de las fibras de A, de las fibras de B y de la matriz C), con lo cual, la regla de mezcla debe ser tipo Voigt para una propiedad como la conductividad térmica.

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



$$V_A = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_A^2}{4 \cdot R_A \cdot 2 \sqrt{2 \cdot R_A \cdot R_B + R_B^2}}$$

$$V_B = \frac{\pi \cdot R_B^2}{4 \cdot R_A \cdot 2 \sqrt{2 \cdot R_A \cdot R_B + R_B^2}}$$

$$V_C = 1 - V_A - V_B$$

$$V_A = 0.415$$

$$V_B = 0.27$$

$$V_C = 0.315$$

$$k_{\text{compuesto}} = V_A \cdot k_A + V_B \cdot k_B + V_C \cdot k_C$$

$$k_{\text{compuesto}} = 8.886 \times 10^{-3}$$

W/mK



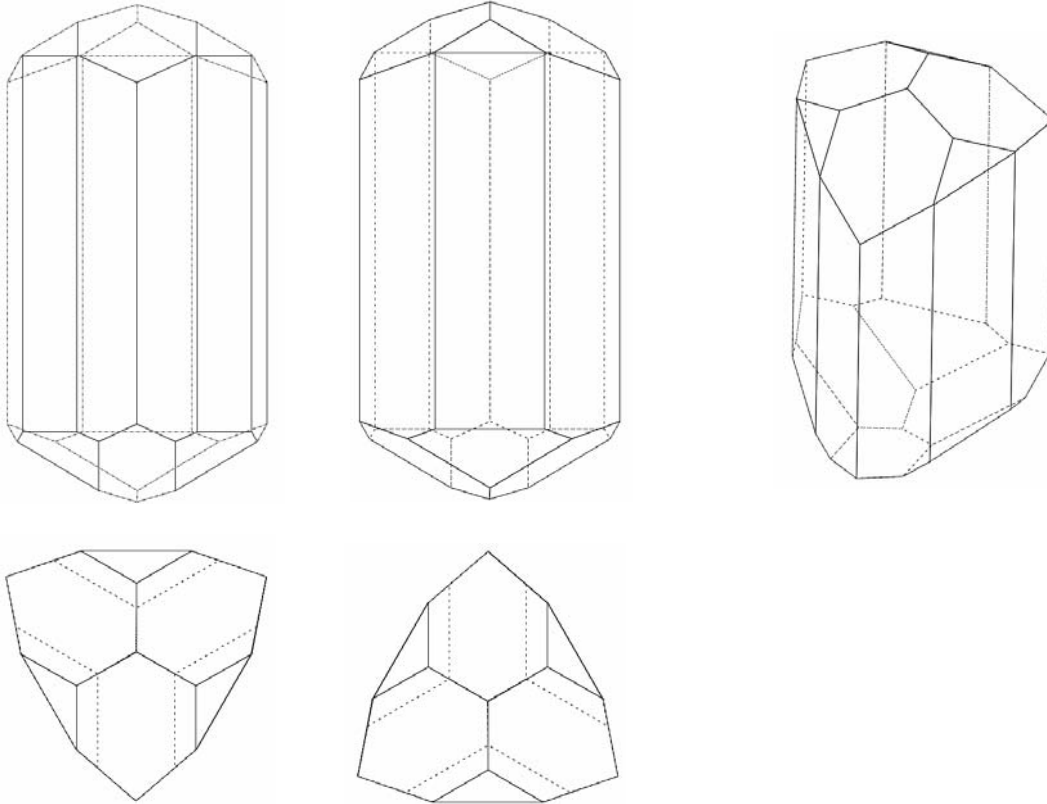
Cartagena99

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



8. Determinar la clase cristalográfica del siguiente cristal cerámico:



- $\boxed{6/m}$
 - $\boxed{\bar{3}m}$
 - $3m$
 - $\bar{6}m2$
 - 6
- \square

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 1

Nombre y apellidos:

Número de matrícula:

El ABS (*acrilonitrilo-butadieno-estireno*) es un termoplástico muy utilizado en ingeniería debido a sus propiedades, ya que combina una buena resistencia mecánica y al impacto con la facilidad de su procesamiento. Se dispone de un ABS con la siguiente composición másica: poliacrilonitrilo 25%; polibutadieno: 25% y poliestireno: 50% para la fabricación de bandejas rectangulares con una cavidad de 45 x 30 cm y profundidad 12 cm (ver figura). Estas piezas pueden fabricarse por termoformado o por moldeo por inyección.

Las características y costes relativos de cada uno de los procesos se relacionan a continuación:

- **Termoformado:**

Como materia prima se utilizan láminas de ABS de 3 mm de espesor, disponible comercialmente en hojas de 200 x 120 cm a 2300 €/tonelada. Para el proceso de fabricación es necesario precortar la lámina en piezas de 55 x 40 cm, que después del proceso de termoformado se recortan hasta la dimensión final de 47 x 32 cm (figura). El molde necesario para la fabricación de la bandeja supone 4000 € la hora de producción en fábrica 12 € y el tiempo necesario para obtener una pieza es de 90 s. Se pueden abaratar algo los costes de producción ya que toda la materia prima de recorte sobrante se puede vender a un precio de 500€/tonelada.

- **Moldeo por inyección**

Se obtienen bandejas con las dimensiones requeridas y una masa de 465 g. La materia prima empleada en este caso es ABS en forma de gránulos (granza) a 1600€/tonelada. El molde supone 16000 € la hora de producción en fábrica 25 € y el tiempo de procesamiento por pieza es de 30s. Aproximadamente un 5% del total de piezas elaboradas resulta defectuoso, pudiéndose vender como materia prima para reciclar al precio de 500€/tonelada.

1. Determina la densidad del ABS
2. Determina el coste de producción por bandeja (sin incluir el precio del molde) en cada uno de los procesos
3. Considerando ahora todos los costes, determina a partir de qué número de piezas resulta rentable el moldeo por inyección.

Datos: densidad poliacrilonitrilo= 1.15 g/cm³ densidad polibutadieno = 0.89 g/cm³

densidad poliestireno 1.06 g/cm³

Los dibujos no están realizados a escala

(3 puntos, 45 minutos)



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

Sol:

1. Densidad del ABS:

Conocidas las fracciones másicas:

$$\frac{1}{\rho_{ABS}} = \frac{X_A}{\rho_A} + \frac{X_B}{\rho_B} + \frac{X_{PS}}{\rho_{PS}} \Rightarrow \rho_{ABS} = 1030.9 \text{ kg/m}^3$$

2. Coste (sin incluir el precio del molde) para termoformado

De cada lámina de 200x120cm se pueden obtener 10 piezas (10 futuras bandejas) de 55 x 40:

$$\text{número de piezas por lámina} = \frac{200 \times 120}{55 \times 40} = 10.9 \Rightarrow 10 \text{ piezas} \Rightarrow 10 \text{ bandejas}$$

$$\text{coste materia prima por bandeja} = \frac{1}{10} \times \frac{2300}{1000} \times \frac{200 \times 120 \times 0.3 \times 10^{-6} \times 1030.9}{1} = 1.7072 \text{ €}$$

$$\text{coste tiempo} = \frac{12}{3600} \times 90 = 0.3 \text{ €}$$

$$\text{ganancia reciclaje materia prima} = \frac{1}{10} \times \frac{500}{1000} \times 1030.9 \times (200 \times 120 \times 0.3 \times 10^{-6} - 10 \times 47 \times 32 \times 0.3 \times 10^{-6}) = 0.13855 \text{ €}$$

$$\text{coste total sin molde por bandeja} = 1.7072 + 0.3 - 0.13855 = 1.8686 \text{ €}$$

Coste (sin incluir el precio del molde) para inyección:

$$\text{coste materia prima por bandeja} = \frac{1600}{1000} \times 0.465 = 0.7440 \text{ €}$$

$$\text{coste tiempo} = \frac{25}{3600} \times 30 = 0.20833 \text{ €}$$

$$\text{ganancia reciclaje materia prima} = \frac{500}{1000} \times 0.05 \times 0.465 = 0.011625 \text{ €}$$

$$\text{coste total sin molde por bandeja} = 0.7440 + 0.20833 - 0.011625 = 0.94071 \text{ €}$$

3. Número de piezas

$$\text{coste total termoformado } n \text{ bandejas} = 1.8686 \times n + 4000$$

$$\text{coste total moldeo inyección } n \text{ bandejas} = 0.94071 \times n + 16000$$

$$\text{Igualar y resolver: } n = 12933 \text{ bandejas}$$

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

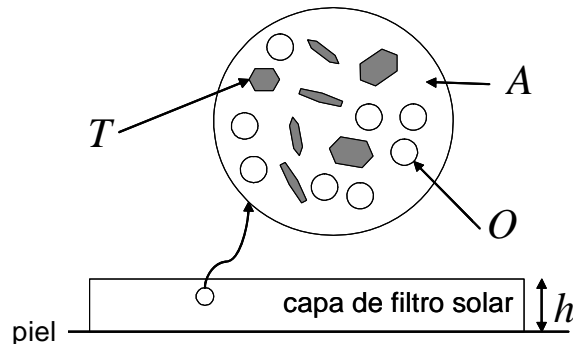
Cartagena99

Problema 2

Nombre:

Número de matrícula:

Se desea fabricar un filtro solar F (crema) que absorba exactamente el $S1 = 99\%$ de la radiación incidente sobre la piel, cuando se aplica en una capa de espesor de $h = 3 \times 10^{-5}$ m. El filtro solar F se pueden considerar como un material compuesto (ver figura) por una matriz acuosa A, en la que están dispersas al azar partículas de un pigmento inorgánico T y gotas de un componente orgánico O (aceite).



De los tres componentes se conocen los coeficientes de absorción óptica lineal, las densidades máscas y los precios de los tres componentes (todas ellas son propiedades escalares):

$\alpha_A = 2.2$	m^{-1}	$\rho_A = 978$	kg/m^3	$p_A = 2.21$	$€/kg$
$\alpha_T = 3.73 \times 10^5$	m^{-1}	$\rho_T = 2900$	kg/m^3	$p_T = 4.57$	$€/kg$
$\alpha_O = 1.69 \times 10^5$	m^{-1}	$\rho_O = 702$	kg/m^3	$p_O = 18.29$	$€/kg$

y el coeficiente de absorción óptica lineal de F (α_F) es una mezcla lineal (regla de Voigt) de los coeficientes α de los tres componentes.

Además de la especificación S1, el filtro solar, para que tenga la viscosidad adecuada, debe contener una fracción volumétrica de los componentes que están dispersos, es decir, de T y O juntos, comprendida entre los valores: $S2 = 0.42$ y $S3 = 0.89$.

Por último, por compatibilidad con la piel es necesario que F contenga una fracción volumétrica del componente orgánico (O) igual o superior a $S4 = 0.12$.

Determinar:

la composición en fracciones volumétricas V_O , V_T , V_A del filtro solar F que, cumpliendo todas las especificaciones, tiene precio volumétrico ($€/m^3$) mínimo.

1. el precio de F ($€/m^3$).
2. la densidad de F (kg/m^3).

**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**



Con los datos dados, el coste mínimo se encuentra para la composición marcada con el círculo en el diagrama, del que se lee directamente la solución:

$$V_T = 0.357$$

$$V_A = 0.523$$

$$V_O = 1 - V_T - V_A$$

$$V_O = 0.12$$

Con ayuda del diagrama es inmediato verificar que este punto cumple todas las especificaciones. Su precio volumétrico es mínimo e igual a:

$$\text{Precio}_{\min} = p_T \cdot \rho_T \cdot V_T + V_O \cdot \rho_O \cdot \rho_O + p_A \cdot \rho_A \cdot V_A$$

$$\text{Precio}_{\min} = 7404.67 \quad \text{€/m}^3$$

Puede comprobarse que el otro extremo de la línea S1 que está dentro del área donde se cumplen todas las especificaciones tiene precio máximo.

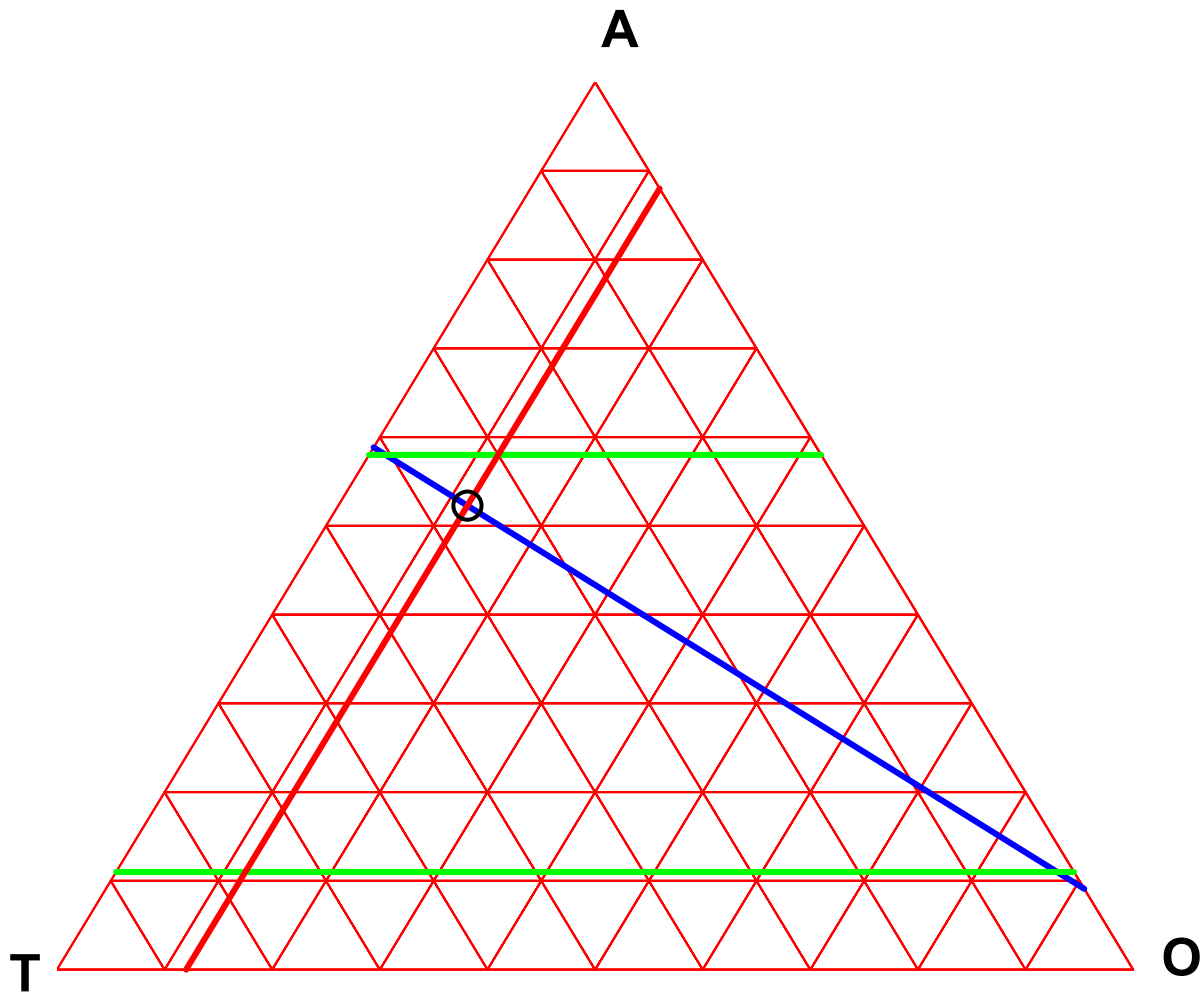
Por último, la densidad se obtiene de la mezcla ponderada de las densidades:

$$V_T \cdot \rho_T + V_O \cdot \rho_O + V_A \cdot \rho_A = 1631.4 \quad \text{kg/m}^3$$



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



Método 2 (poco práctico): alternativamente, puede hacerse analíticamente determinando las dos soluciones del sistema de ecuaciones e inecuaciones formado por todas las especificaciones del problema:

$$V_T \cdot \alpha_T + (1 - V_T - V_A) \cdot \alpha_O + V_A \cdot \alpha_A = \alpha_F$$

$$V_A \leq 1 - S_2$$

$$V_A \geq 1 - S_3$$

$$V_T + V_A \leq 1 - S_4$$

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