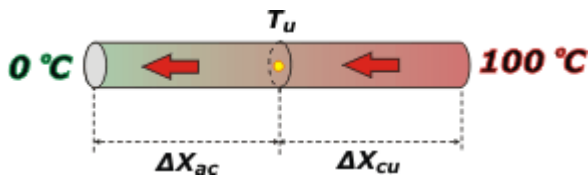


EM - Problema 7 - Una varilla de cobre y otra de acero de igual longitud y sección transversal están soldadas con un extremo en común. El extremo libre de la varilla de cobre se mantiene a 100°C y el extremo libre de la de acero, a 0°C. Las varillas están aisladas lateralmente. El coeficiente de conductividad térmica del cobre es 8 veces el del acero. Una vez que alcanza el régimen estacionario, podemos afirmar que:

- la temperatura de la unión de ambas varillas es menor que 50°C.
- la temperatura de la unión de ambas varillas es mayor que 50°C.
- las diferencias de temperatura entre los extremos de ambas varillas son iguales.
- la cantidad de calor que, por unidad de tiempo, atraviesa cualquier sección transversal de la varilla de cobre es mayor que la que atraviesa cualquier sección transversal de la varilla de acero.
- la cantidad de calor que, por unidad de tiempo, atraviesa cualquier sección transversal de la varilla de cobre es menor que la que atraviesa cualquier sección transversal de la varilla de acero.
- no fluye calor a través de las varillas.

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

Conducción del calor. Ahí está todo.



Acá tenemos las dos varillas soldadas. Ambas tienen la misma sección y el mismo largo y no nos dan los valores de las constantes de conductividad, pero nos indican que la del cobre es 8 veces mayor que la del acero.

$$k_{cu} = 8 k_{ac}$$

Lo único que no te dicen, y que vos tenés que razonar, es que ambas varillas conducen la misma cantidad de calor en el mismo intervalo de tiempo. Si así no fuera se estaría acumulando calor en la mitad, o estaría saliendo calor de ese lugar; esas cosas no ocurren. De modo que

$$Q_{cu} / \Delta t = Q_{ac} / \Delta t$$

eso ya te permite descartar las respuestas **d)** y **e)**. Si esas potencias son iguales, podemos escribir:

$$k_{cu} \cdot A_{cu} \cdot (100^\circ\text{C} - T_u) / \Delta x_{cu} = k_{ac} \cdot A_{ac} \cdot (T_u - 0^\circ\text{C}) / \Delta x_{ac}$$

$$\Delta x_{cu} = \Delta x_{ac} = L$$

donde **T_u** (por unión) es la temperatura a la que se halla la unión entre las dos varillas. Como las secciones y las longitudes son iguales, se cancelan. Y en lugar de escribir **k_{cu}**, puedo escribir su igual, **8 k_{ac}**:

$$8 k_{ac} \cdot (100 - T_u) = k_{ac} \cdot (T_u - 0^\circ\text{C})$$

cancelo también **k_{ac}**, y opero:

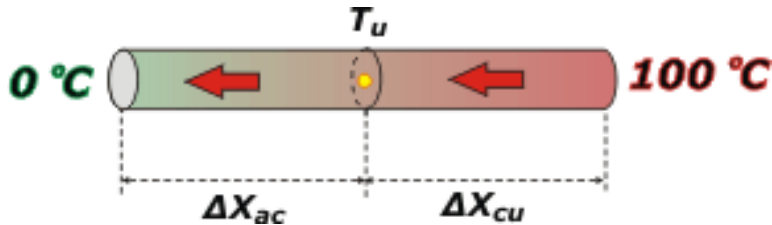
$$8 \cdot (100 - T_u) = (T_u - 0^\circ\text{C})$$

$$800^{\circ}\text{C} - 8 T_u = T_u$$

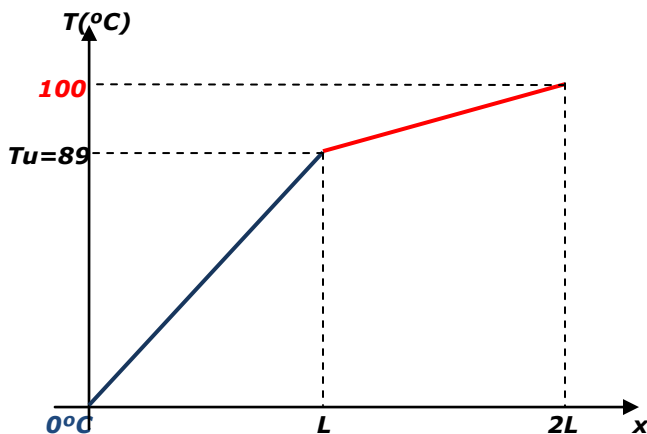
$$9 T_u = 800^{\circ}\text{C}$$

$$T_u = 800^{\circ}\text{C}/9$$

$$T_u = 89^{\circ}\text{C}$$



$$\Delta X_{cu} = \Delta X_{ac} = L$$



El gráfico muestra como varía la temperatura, en función del desplazamiento horizontal, medido desde el extremo izquierdo de la varilla de acero, en contacto con la fuente fría, a 0°C ($x=0$), hacia el extremo derecho, donde la varilla de cobre está en contacto con la fuente caliente (100°C).

Los gráficos corresponden a 2 rectas, donde la **pendiente de cada recta** es (despejando de la ec. de Fourier) :

$$\text{pendiente} = \frac{\Delta T}{\Delta x} = \frac{Q/\Delta t}{k \cdot A}$$

El flujo de calor $Q/\Delta t$ y la sección A es igual para ambas varillas. Entonces, la pendiente resulta **inversamente proporcional** a la **conductividad k** (k aparece en el denominador de la pendiente). Quiere decir que en el material que es **peor conductor** de los dos (**acero**), la recta, que indica como varía la temperatura

dentro de la varilla de acero tiene mayor pendiente (**recta azul**), y recíprocamente, en el material **mejor conductor** de calor (**cobre**), la recta, que indica como varia la temperatura dentro de la varilla de cobre, tiene **menor pendiente (recta roja)**. Exactamente, **la pendiente de la recta roja es 8 veces menor que la de la recta azul**.

Esto ultimo (relación de las pendientes) se puede verificar. Para el mismo desplazamiento horizontal (**L**: longitud de cada varilla), la variación de temperatura en los extremos de la **varilla de acero** es **89°C**. Y en la **varilla de cobre**, la variación de temperatura de sus extremos es **11°C** , es decir, **8 veces menor**.

El resultado era predecible y no hacía falta hacer cuentas para responder. La temperatura de la unión tenía que ser más cercana a la fuente en contacto con el cobre que a la fuente en contacto con el acero, porque el cobre es más conductor que el acero. Si dos varillas de igual forma y tamaño estuvieran en contacto con una fuente caliente... ¿a cuál preferirías tocarle el otro extremo, a la buena conductora o a la mala conductora? ¿La de madera o la de cobre?