$$= \frac{1}{S}\left(\rho_0^1 l_1 + \rho_0^2 l_2 + (T-T_0)\left(\rho_0^1 \alpha_1 l_1 + \rho_0^2 \alpha_2 l_2\right)\right)$$

Esta resistencia equivalente es independiente de la temperatura sí y solo sí $\rho_0^1 \alpha_1 l_1 + \rho_0^2 \alpha_2 l_2 = 0$

En el ejemplo concreto del cobre y el carbono esto se da cuando

$$\frac{l_{Cu}}{l_C} = -\frac{\rho_{0C}\alpha_C}{\rho_{0Cu}\alpha_{Cu}} = -\frac{3{,}5\cdot 10^{-3}\,\Omega m\cdot(-0{,}5\cdot 10^{-3}\,\Omega m)}{1{,}7\cdot 10^{-6}\,\Omega\cdot m\cdot 3{,}93\cdot 10^{-3}\,K^{-1}} = 261{,}93$$

Es decir, para que se verifique la condición la longitud del cobre debe ser 261,93 veces la del carbono.

Ejercicio 4.- Un cristal de Si de sección $S = 1{,}5\cdot 10^{-3}\,cm^2$ y longitud $l = 10^{-3}\,cm$ está conectado a una batería de 3V. Queremos 60mA a 300K. Calcula:

a) Resistencia y conductividad requeridas.

$$U = I\cdot R \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{3V}{60mA} = 50\,\Omega$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{1}{\rho} = 1{,}3\cdot 10^{-2}\,\Omega^{-1}cm^{-1}$$

$$R = \frac{\rho\cdot l}{S} \Rightarrow \rho = \frac{R\cdot S}{l} = \frac{U\cdot S}{I\cdot l} = \frac{3V\cdot 1{,}5\cdot 10^{-3}\,cm^2}{60mA\quad 10^{-3}\,cm} = 75\,\Omega\cdot cm$$

b) Concentración de donadores necesarios para obtener dicha conductividad suponiendo que la movilidad no cambia con el dopado.

$q_e = 1{,}602\cdot 10^{-19}\,C \quad \mu_e = 1350\,\frac{cm^2}{Vs}$

Se tiene que $\frac{1}{\rho} = \sigma = n_0\mu_e\cdot q_e + p_0\mu_h\cdot q_e$

Si aportamos impurezas pentavalentes se tiene que

$$n_0 + N_A = p_0 + N_D \underset{N_A=0}{\Rightarrow} n_0 = p_0 + N_D \text{ donde } N_D >> p_0$$

Por tanto podemos aproximar σ como $\sigma = N_D\cdot\mu_e\cdot q_e$