Aux 1, P3

P3] Recordemos: la energía de Fermi $E_F = \frac{\hbar^2 k_F^2}{2m}$

la velocidad de Fermi $v_F = \frac{\hbar k_F}{m}$

podemos igualar la E de fermi con la vel de Fermi a través de k_F, y obtenemos que

$$E_F = \frac{v_F^2 m}{2} \quad , \quad (!!)$$

y por otro lado tenemos la densidad de estados en un sistema 3D:

→ densidad electrónica

$$g(E) = \frac{3n}{2E_F}\sqrt{\frac{E}{E_F}} \quad ,$$

al evaluar la densidad de estados en la energía de Fermi obtenemos que

$$g(E_F) = \frac{3n}{2E_F} \quad ,$$

y si despejamos "n"

$$n = \frac{2E_F \, g(E_F)}{3} \quad ,$$

y esto lo reemplazamos en la ecuación de la conductividad de Drude: $\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}$, y obtenemos que

$$\sigma = \frac{2E_F\, g(E_F)\, e^2\tau}{3m},$$

y ahora reemplazamos la energía de Fermi $E_F = \frac{v_F^2 m}{2}$ (!!)

$$\sigma = \frac{v_F^2\, g(E_F)\, e^2\tau}{3},$$

obteniendo la expresión buscada.

b) Multipliquemos arriba y abajo para hacer aparecer el camino libre medio

$$\sigma = \frac{ne^2\tau}{m}\cdot\frac{v_F}{v_F}$$

$l = v_F\tau$: camino libre medio

$v_F = \frac{\hbar K_F}{m}$; vel de Fermi

$$= \frac{ne^2 l}{\hbar K_F} ;$$

El vector de onda de Fermi puede escribirse como $K_F = \pi/a$ con "a" el espaciamiento de la red. Al reemplazar, obtenemos que

$$\sigma = \frac{ne^2 l a}{\hbar \pi} .$$

Si consideramos que cada átomo aporta un electrón y aproximamos a que haya un electrón por unidad de volumen (con volumen a^3 y distancia entre átomos a), entonces aproximamos $n \approx 1/a^3$. y al reemplazar en la ecuación anterior

$$\sigma \approx \frac{e^2 l}{\hbar \pi a^2} .$$

Finalmente, esta transición ocurre aproximadamente cuando $l = a$ pues

$$\sigma(l=a) \approx \frac{1}{\pi} \frac{e^2}{\hbar a} \approx \frac{1}{3} \frac{e^2}{\hbar a} ,$$

Este valor es muy cercano a la primera aproximación realizada por Mott en sus trabajos para esta conductividad mínima.