

Problemes de Física de l'Estat Sòlid. Full 5

Problemes

A la taula hi ha valors de la conductivitat tèrmica i del calor específic per una mostra de silici. La massa atòmica del silici és 28, la seva densitat és $\rho = 2330 \text{ kg/m}^3$, i la velocitat del so és $c = 6400 \text{ m/s}$. Les constants són: $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$, $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.

- Les unitats de conductivitat són W/mK. Mirant els valors, pots determinar les unitats del calor específic?
- Representa gràficament ambdues magnituds.
- Fes una estimació de la temperatura de Debye ajustant la gràfica a baixes temperatures.
- Calcula, per a cada temperatura, el camí lliure mitjà i representa'l gràficament.
- Determina on comences a observar els efectes de la frontera.
- Fes una estimació de la longitud de la mostra utilitzant la velocitat del so.
- Estima l'exponent de temperatura alta per al procés de dispersió fonó-fonó.
- Fes una estimació de la conductivitat tèrmica per a dispositius del mateix material amb mides de $1 \mu\text{m}$, 100 nm , i 10 nm a 10 , 100 i 500 K .
- Determina on comences a observar efectes de mida per a cada mida (si necessites més valors, calcula'ls per a altres temperatures).

T	λ	c_v	ℓ
3	129	0.0011	
4	271	0.0027	
5	494	0.0053	
6	816	0.0092	
7	1220	0.0145	
8	1675	0.0217	
9	2150	0.0309	
10	2623	0.0424	
20	5446	0.3389	
30	4968	1.1354	
50	2797	4.5175	
70	1618	8.8614	
90	1060	12.6303	
100	845	14.1650	
300	136	23.2528	
500	70	24.3145	
700	48	24.6191	
900	36	24.7461	
1100	30.5	24.8107	

Experimental:

$$c_v = \frac{12\pi^4}{5} n k_B \left(\frac{T}{\theta_D} \right)^3 \quad (1)$$

Teoria:

$$c_v = \frac{\hbar c}{k_B} k_D \quad ; \quad \frac{k_D^3}{6\pi^2} = n \quad (2)$$