

Inlämning senast fredag 3.3 kl. 16:00.

1. Visa att för en Lennard-Jones-kristall är Grüneisens konstant $\gamma \simeq 3,5$.
2. Betrakta en Morse-potential $U(r) = De^{-2\alpha(r-r_0)} - 2De^{-\alpha(r-r_0)}$, där r_0 är jämviktsavståndet. För koppar är $r_0 = 2,866 \text{ \AA}$, $D = 0,3429 \text{ eV}$ och $\alpha = 1,3588 \text{ \AA}^{-1}$.
 - (a) Skriv ut serieutvecklingen runt jämviktsavståndet r_0 . (3p)
 - (b) Rita ut Morse-potentialen för koppar, dess harmoniska approximation samt approximationer med anharmoniska termer upp till fjärde graden skilt i samma graf (dvs. skilda kurvor för termer upp till r^2 , r^3 och r^4). (3p)
 - (c) Uppskatta (numeriskt eller på annat fiffigt sätt) inom vilka intervall dels den harmoniska approximationen, dels approximationen med den första anharmoniska termen inkluderad kan användas med kravet att ha en noggrannhet inom 1 % från den ursprungliga Morse-potentialen. (3p)
 - (d) Beräkna bulkmodulen vid jämvikt för koppar (FCC) med
 - i. Morse-potentialen
 - ii. Approximationen med den första anharmoniska termen inkluderadBara närmaste grannar beaktas. (6p)
 - (e) Beräkna Grüneisens konstant. (3p)
3. Följande bild visar den termiska konduktiviteten i safirstavar av olika storlek l . Använd datat i bilden nedan för att uppskatta (a) storleken hos stavarna, och (b) värdet på konstanten b i proportionalitets-förhållandet

$$K \propto T^3 e^{\Theta_D/bT} \quad (1)$$

som förutspåddes gälla vid temperaturer ovanför maximet i K i grafen.

För safir gäller $\Theta_D = 1000 \text{ K}$, ljudets hastighet $v = 10^4 \text{ m/s}$, och $C = 0.1T^3 \text{ J/(m}^3\text{K)}$ för låga värden på T .

