

FYZIKA KONDENZOVANÉHO STAVU – PŘÍKLADY

VI – KMITY MŘÍŽE

1. Měrné tepelná kapacita olova a hliníku jsou při konstantním objemu a při teplotě 20 °C $c_V^{\text{Pb}} = 126 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, $c_V^{\text{Al}} = 896 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$.
Vypočítejte molární tepelné kapacity C_V pro tyto dva kovy. Vypočtené hodnoty porovnejte s hodnotami určenými podle Dulongova-Petitova zákona.
2. Určete příspěvek vodivostních elektronů k molární tepelné kapacitě C_V hliníku při teplotě 300 K.
3. Odvodte vztah pro střední energii harmonického oscilátoru podle klasické teorie.
4. Ukažte, že při vysokých teplotách přechází kvantový výraz pro střední energii oscilátoru v klasický výraz.
5. Ukažte, že výraz pro střední energii klasické soustavy může být napsán ve tvaru

$$\langle E \rangle = kT^2 \frac{d \ln z}{dT}$$

kde z je stavový integrál, který má tvar

$$z = \iint_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{E(p,q)}{kT}} dpdq$$

p – hybnost

q – souřadnice

6. Určete molární tepelnou kapacitu pro krystal, v němž kmity mříže modelujeme anharmonickým klasickým oscilátorem, jehož potenciál má tvar

$$V(x) = cx^2 - dx^3$$

7. Einsteinova teplota pro zlato je 170 K. Určete konstantu kvazipružné síly μ , kterou na sebe působí sousední atomy zlata.
8. Určete přibližně rychlost zvuku v diamantu, když víte, že Debeyova teplota diamantu je rovna 1860 K a mřížkový parametr $a = 0,154 \text{ nm}$.
9. Uvažujme hypotetický lineární řetězec atomů. Počet atomů v řetězci je N a všechny atomy jsou od sebe stejně vzdálené. Ukažte, že v Debyeově přiblížení je molární tepelná kapacita takového řetězce při nízkých teplotách úměrná T .