

A wolframszára áramot kapcsolva, az mindaddig melegszik, amíg a felvett teljesítmény nagyobb az időegység alatt kisugárzott hőenergiánál. Az egyensúlyi hőmérsékletet a két teljesítmény egyenlősége határozza meg.

A szál l hosszúságú darabjának sugárzási teljesítménye a Stefan-Boltzmann törvény szerint:

$$(1) \quad P_s = A\sigma T^4,$$

ahol

$$(2) \quad A = dl\pi$$

a sugárzó felület, ϱ a Stefan-Boltzmann állandó és T az abszolút hőmérséklet. Ugyanilyen hosszú darabon időegység alatt

$$(3) \quad P_e = I^2 R = I^2 \varrho(T) 4l/d^2\pi$$

nagyságú Joule-hő fejlődik. A fajlagos ellenállás hőmérsékletfüggése lineáris,

$$(4) \quad \varrho(T) = \varrho_0 T/T_0,$$

így

$$(5) \quad P_e = I^2 \varrho_0 (4l/d^2\pi) (T/T_0).$$

Az (1), (2) és (5) egyenletek alapján a T egyensúlyi hőmérséklet beállításához szükséges áram értékét a következő összefüggés határozza meg:

$$(6) \quad P_s = P_e,$$

azaz

$$(7) \quad dl\pi\sigma T^4 = I^2 \varrho_0 \frac{4l}{d^2\pi} \frac{T}{T_0}.$$

Innen

$$(8) \quad I = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{d^3 \sigma T^3 T_0}{\varrho_0}}$$

$T_0 = 300^\circ\text{K}$ -en a wolfram fajlagos ellenállása $\varrho_0 = 5,5 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$. A $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{Wm}^2 \text{ }^\circ\text{K}^4$ Stefan-Boltzmann állandó ismeretében a $d = 180 \mu\text{m} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{m}$ átmérőjű wolframszál $T = 2500^\circ\text{K}$ -re történő felmelegítéséhez szükséges áram:

$$(9) \quad I = 8,34 \text{ A}.$$

Schmidt József (Esztergom, Dobó K. Gimn., IV. o. t.)

Megjegyzés. Az eredmény csak nagyságrendileg egyezik meg a mért értékkel (3,69 A) Az eltérés oka az, hogy wolframra nem érvényes pontosan a Stefan-Boltzmann törvény, azaz a wolfram nem abszolút fekete test, így valamivel kevesebb teljesítményt sugároz, mint az (1) képlet által megadott érték.