Minthogy hőmérséklete igen magas, a volfrámszál elsősorban hősugárzás útján veszít energiájából. Az abszolút fekete test sugárzását leíró Stefan–Boltzmann-törvény szerint az izzószál egységnyi felületű darabja egységnyi idő alatt $E = \sigma T^4$ energiát sugároz ki 2π térszögbe, ahol $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W/(m^{2}K^4). Olyan kis Δt idő alatt, amely során hőmérséklete állandónak tekinthető, a szál

$$\Delta Q = \sigma A T^4 \cdot \Delta t$$

hőt ad le, ahol A a szál felszíne. A leadott hő miatt csökken a szál hőmérséklete,

$$\Delta Q = -mc\Delta T \qquad (\Delta T < 0),$$

ahol m a szál tömege, c a fajhője. A két egyenlőségből azt kapjuk, hogy

$$\sigma A T^4 \cdot \Delta t = -mc\Delta T,$$

amiből

$$\Delta t = -\frac{cm}{\sigma A}\frac{\Delta T}{T^4}.$$

Ha az izzószál keresztmetszetének sugarát r-rel, az izzószál hosszát l-lel, sűrűségét ϱ-val jelöljük, akkor $A = 2r\pi l,\ m = r^2\pi l\varrho$, tehát

$$\Delta t = -\frac{cr\varrho}{2\sigma}\frac{\Delta T}{2T^4}.$$

a) Ha a hőmérsékletváltozás kicsi az eredeti hőmérsékläethez képest $(100 \ll 2700)$, akkor a keresett időt a fenti összefüggésből számíthatjuk. A megadott adatokkal

$$\Delta t = 1,16 \cdot 10^{-3}\ \text{s}.$$

b) Nagyobb hőmérsékletváltozás esetén az egyenletet integrálni kell:

$$\int_0^t dt = -\frac{cr\varrho}{2\sigma}\int_{T_0}^{T_1}\frac{dT}{T^4},$$

ebből

$$t = \frac{cr\varrho}{6\sigma}\left(\frac{1}{T_1^3} - \frac{1}{T_0^3}\right).$$

$T_0 = 2700$ K, $\quad T_1 = 700$ K esetén $t = 0,54$ s.

Megjegyzések 1. A b) esetben az izzószál abszolút fekete testtel való közelítése már nem túl jó közelítés. A viszonylag alacsony hőmérséklet miatt ilyenkor a sugárzás mellett a hővezetés is lényeges szerepet játszik.

2. Az integrálás helyett úgy is eljárhatunk, hogy az a) pontbeli módszerrel kiszámítjuk, mennyi idő alatt hűl le az izzószál 100 fokot, majd újabb 100 fokot stb., s ezeket az időtartamokat összeadjuk.