

## Úloha VI.2 ... horký drát

3 body; (chybí statistiky)

Vypočítejte proud, který by měl procházet kovovým vláknem s průměrem  $d = 0,10$  mm nacházejícím se ve vakuové baňce, aby teplota vlákna měla stálou hodnotu  $T = 2600$  K. Předpokládejte, že povrch vlákna září jako ideální černé těleso. Zanedbejte ztráty tepla způsobené vedením tepla. Rezistivita materiálu vlákna při dané teplotě je  $\varrho = 2,5 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ .

Nápověda Použijte Stefanův-Boltzmannův zákon.

*Danka rozmýšlala nad efektivitou žiaroviek.*

Ak sa má vlákno udržiavať na stálej teplote, je mu potrebné dodávať v každom okamihu výkon rovnako veľký ako výkon vláknom vyžarovaný. Vyžarovaný výkon  $P_{\text{vyz}}$  je priamo úmerný ploche povrchu vlákna  $S$  (uvažujeme valcové vlákno s dĺžkou  $l$ ) a intenzite vyžarovania  $M_0$

$$P_{\text{vyz}} = SM_0.$$

Intenzita vyžarovania súvisí so Stefan-Boltzmannovou konštantou  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  a teplotou povrchu telesa  $T$  podľa Stefan-Boltzmannovho zákona

$$M_0 = \sigma T^4.$$

Vlákno teda vyžaruje výkon

$$P_{\text{vyz}} = \pi dl \sigma T^4.$$

Výkon dodaný vláknem pretekajúcim prúdom  $I$  je úmerný odporu vlákna. Ten spočítame z rezistivity  $\varrho$ , plochy prierečného prierezu  $S_p$  a dĺžky vlákna  $l$  ako

$$R = \frac{l\varrho}{S_p} = \frac{4l\varrho}{\pi d^2}.$$

Potom je výkon dodaný vláknem

$$P_{\text{dod}} = UI = RI^2 = \frac{4l\varrho}{\pi d^2} I^2.$$

Z rovnosti  $P_{\text{vyz}} = P_{\text{dod}}$  vyjadríme prúd  $I$  a výraz upravíme

$$I = \frac{\pi T^2}{2} \sqrt{\frac{\sigma d^3}{\varrho}} \doteq 1,6 \text{ A}.$$

Vláknom teda musí prechádzať prúd s veľkosťou 1,6 A. V skutočnosti má na potrebný prúd vplyv aj vzájomné ožarovanie jednotlivých závitov vlákna žiarovky, ktoré tak zvyšuje teplotu vlákna v niektorých miestach. Náš výsledok je teda skôr horný odhad.

*Daniela Pittnerová*  
daniela@fykos.cz

---

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.