

15. ročník, úloha I. P ... černá tělesa (6 bodů; průměr ?; řešilo 25 studentů)

Mějme dvě dokonale černá tělesa. První z nich má teplotu T . Na jakou nejvyšší teplotu lze zahřát druhé z nich pomocí spojky o ohniskové vzdálenosti f ?

Tento problém všem organizátorům již dlouho vrtal hlavou.

Hned na úvod přiznejme, že otázku v zadání nezodpovíme. Výsledná teplota závisí na konkrétní konfiguraci a přesně ji spočítat by bylo velmi komplikované.

S jistotou můžeme tvrdit jen jednu věc – teplota zahříváního tělesa nebude větší než teplota původního tělesa. To plyne z II. termodynamického zákona. První těleso představuje to, čemu se v termodynamice říká lázeň, tj. těleso, které nemění svou teplotu při přijímání a odevzdávání tepla. Pokud bychom mohli pomocí čočky zahřát nějaké jiné těleso na vyšší teplotu než má lázeň, mohli bychom potom pomocí nějakého běžného tepelného stroje toto těleso ochladit, část tepla odevzdat původnímu tělesu a část přeměnit na práci. Opakováním tohoto děje bychom získali tepelný stroj, který odebírá teplo lázni a přeměňuje ho na práci, aniž by musel odevzdávat teplo nějaké chladnější lázni. Takový stroj se nazývá *perpetuum mobile* 2. druhu a právě podle II. termodynamického zákona neexistuje.

Hodně z vás ale na základě ne úplně špatných úvah dospěla ke vztahu, že pro nějaké parametry vychází $T' > T$. Skutečně, uvážíme-li, že čočka může být hodně velká a může mít v podstatě libovolné zmenšení, bude v místě skutečného obrazu tělesa energie záření dostatečně velká na to, aby vložené těleso zahřála na teplotu vyšší než T . Problém je v tom, že současné splnění obou podmínek – velké plochy a zmenšení čočky – vede k tomu, že zobrazení je zatíženo chromatickou zobrazovací vadou a hustota energie v místě obrazu se sníží pod potřebnou úroveň. Vzorce, které jste odvodili proto platí jen pro malé čočky a „rozumná“ zmenšení.

V termodynamice lze nadefinovat teplotu záření v každém bodě jako teplotu testovacího černého tělesa, které je s zářením v rovnováze. Pak lze ukázat, že jakýmkoliv optickým přístrojem nelze teplotu záření vysílaného tělesem zvětšit.