

Měření teploty vakua

PAVEL KRATOCHVÍL

Katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni

Jakou teplotu ukáže teploměr umístěný ve vývěvě? Šíření tepla zářením. Stavová rovnice.

Měření teploty vakua

Co měří teploměr? Nejčastější odpověď zní: teplotu vzduchu. Jakou teplotu ale teploměr ukáže, pokud ho vložíme do vývěvy a vzduch odsajeme?

K tomuto pokusu je zapotřebí teploměr s malou tepelnou kapacitou (termistor nebo termočlánek), na jehož čidlo přilepíme malý čtvereček z černého papíru, aby docházelo k lepšímu předávání tepla zářením. Dobré je použít vývěvu s vyvedenými kontakty, aby se pod zvon mohlo vložit pouze čidlo, není to ale podmínkou. Teploměr můžeme do vývěvy uzavřít celý, musíme však počítat s větší spotřebou baterií, které nemají rády nízký tlak a hrozí tak jejich destrukce.

Nyní zapneme vývěvu a sledujeme údaj na teploměru. Teplota pod zvonem začne klesat. Na místě je otázka: „Čím je pokles teploty způsoben? Je teplota vakua $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, nebo dokonce 0 K ?“ Stavová rovnice však záhadu objasňuje: Pokles tlaku způsobuje pokles teploty.

Po odčerpání vzduchu se teplota začne zvyšovat a ustálí se na hodnotě blízké teplotě před vyčerpáním vzduchu. Nabízí se vysvětlení: Teplo se kromě vedení a proudění šíří také zářením. Teplota vzrostla díky teplu vyzařovanému okolními předměty. Nabízí se však i několik námitek. Pokud je teploměr umístěn pod vývěvou celý, je vzrůst teploty způsoben spíše tím, že je zahřátý na původní teplotu a nyní měří teplotu sebe sama. Pokud je pod vývěvou umístěno pouze čidlo, může se přenos tepla uskutečňovat vedením přírodními vodiči.

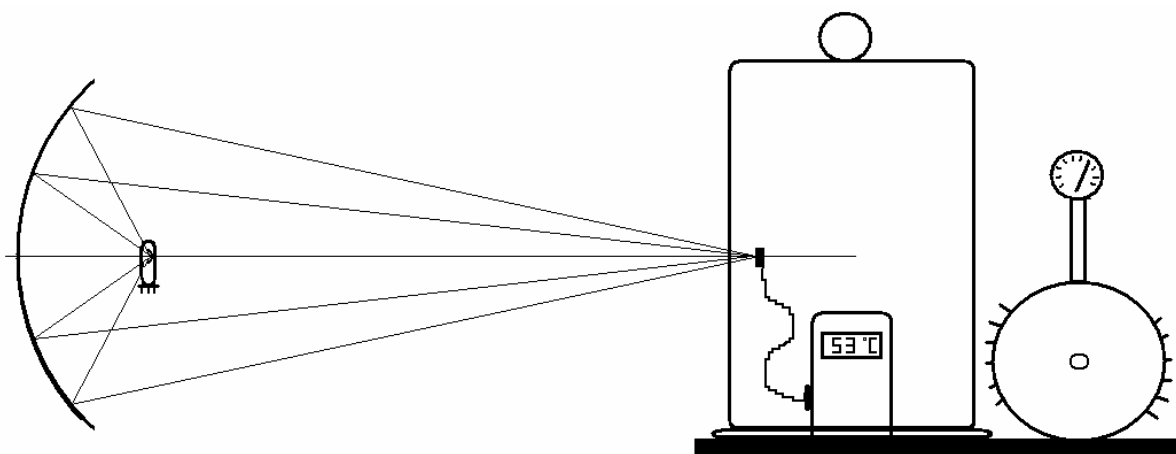
Na řadě je pokus, který vyvrátí veškeré pochyby o šíření tepla zářením. K tomu je potřeba zdroj záření. Ze všech vyzkoušených zdrojů se zdá být nejúčinnější halogenová žárovka do předních světel automobilu. Vláknová světla má již zabudovanou malou parabolou, takže je světlo částečně směřované. Nyní je třeba záření nasměřovat do co nejmenší plochy na čidlo teploměru. K tomuto účelu je dobré použít dostatečně velké kulové nebo parabolické zrcadlo (obr. 1). Pomocí stínítka umístěného v rovině čidla provedeme seřízení světla do co nejmenšího bodu. Jako zdroj napětí musíme použít akumulátor, protože žárovka má příkon 60 W (dle typu) a málokterý školní zdroj má výstup 5 A . Při vzdálenosti žárovky od vývěvy 1 m lze zvýšit teplotu čidla umístěného ve vývěvě bez větších obtíží o $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pokud nemáme k dispozici zrcadlo, lze k ozařování teploměru použít i celý reflektor z automobilu. Žárovka je v reflektoru umístěna v ohnisku paraboly, aby byly vychá-

zející paprsky rovnoběžné. Proto je dobré žárovku mírně posunout dál od ohniska, aby se paprsky sbíhaly.

Dále můžeme vyzkoušet, jakou hodnotu teploměr ukáže, pokud nebude umístěn ve vývěvě. Záření se samozřejmě šíří i ve vzduchu, ale teplo je z čidla odváděno prouděním. Teplota bude proto nižší než při odčerpaném vzduchu.

Pokus nabízí i další rozšíření: Na čidlo lze přilepit bílý terčík namísto černého. Můžeme zkoušet různé zdroje záření (svíčku, propan-butanový vaříč) v různých vzdálenostech od vývěvy. Pomocí vhodného filtru (sklíčko začerněné lihovým fixem) odstranit viditelné záření, a ukázat tak že přenos tepla je zprostředkován infračerveným (neviditelným) zářením.



Obr. 1