Záření černého tělesa

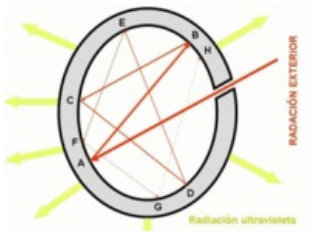
Každé těleso, především zahřáté na vysokou teplotu, vyzařuje tepelné elektromagnetické záření v důsledku tepelné **excitace atomů**. Při dopadu záření na těleso může toto těleso záření **pohltit** (absorbovat) nebo **odrazit**.

Kirchhoffův zákon

Podle *Kirchhoffova zákona* o vyzařování platí, že **spojité spektrum** (= obsahuje elektromagnetické vlny všech vlnových délek), které vyzařují reálná tělesa, závisí jak na jejich **teplotě**, ale i na **absorpční schopnosti**. A proto se k popisu vyzařování zavádí *fyzikální model, tzv.* ***černé těleso***. Toto těleso **dokonale pohlcuje** veškeré dopadající elektromagnetické záření, takže žádné záření neodráží ani nepropouští. Vyzařování černého tělesa pak závisí **jen na jeho termodynamické teplotě**. Čím více záření černé těleso pohltí, tím více se zvětší jeho teplota – tzn., že černé těleso bude vyzařovat tepelné záření. Množství pohlceného záření závisí na **barvě** (černá tělesa pohlcují nejlépe) a na **povrchu** (od **lesklých** těles se záření **odráží**, kdežto **matná** tělesa více **pohlcují** záření).

Vyzařování černého tělesa si jde představit jako **dutou kostku s velmi malým otvorem** do dutiny. Vnitřní povrch dutiny tvoří matná černá plocha. Záření dopadající do dutiny malým otvorem se po opakovaných odrazech pohltí, tzn. že se **malý otvor jeví navenek jako absolutně černé těleso** (pohltí veškeré dopadající záření).

Také záření Slunce lze přirovnat k záření černého tělesa s teplotou kolem 5800 K. **Slunce** je možné považovat za absolutně černé těleso proto, že jeho objem, v němž záření vzniká, je veliký v porovnání s povrchem, kterým se záření dostává ven. Povrch Slunce tedy představuje jakýsi „otvor do dutiny“ (viz obrázek).



Model absolutně černého tělesa

Zákony vyzařování černého tělesa

Wienův posunovací zákon

Vlnová délka λ_{max}, která odpovídá **záření s největší intenzitou** je nepřímo úměrná termodynamické teplotě černého tělesa. Tuto závislost objevil na konci 19. století rakouský fyzik W. Wien (1864–1928). Konstanta *b* nabývá hodnoty $b = 2{,}898 \times 10^{-3}$ mK. Takže při nižších teplotách připadá maximální intenzita vyzařování na "delší“ vlnové délky, při zvyšování teploty se vlnová délka λ_{max} posunuje ke krátkovlnnému konci spektra.

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

Stefan-Boltzmannův zákon

O popis **vyzařování černého tělesa** se s využitím klasické fyziky pokoušeli také rakouští fyzikové **Josef Stefan a Ludwig Boltzmann**. Zjistili, že intenzita vyzařování černého tělesa M_e je **přímo úměrná čtvrté mocnině termodynamické teploty T** černého tělesa, tj. $\mathbf{M_e = \sigma T^4}$, kde Stefan-Boltzmannova konstanta σ nabývá hodnoty $\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}\ \mathrm{Wm^{-2}K^{-4}}$.

Planckův zákon

Všechny nedostatky zákonů popisujících vyzařování černého tělesa odstranil až německý fyzik **Max Planck** v roce 1900. Vyslovil zjednodušující hypotézu, že černé těleso nemůže vyzařovat nebo pohlcovat energii v libovolném množství, ale **nespojitě po kvantech**. Každému kvantu záření pak přiřadil energii, která je přímo úměrná frekvenci záření. *E* je energie kvanta záření, *f* jeho frekvence, *l* vlnová délka, *c* rychlost světla ve vakuu a *h* Planckova konstanta ($\mathbf{h = 6{,}626 \times 10^{-34}\ Js}$).

Na základě tohoto zjednodušení sestavil v roce **1900** rovnici, která popisuje záření absolutně černého tělesa ve všech oblastech spektra elektromagnetického vlnění, za kterou byl v roce 1918 oceněn Nobelovou cenou. Tato rovnice se stala základní pro **kvantovou fyziku**. H_λ je spektrální hustota intenzity vyzařování definovaná jako množství energie připadající na jednotkový interval vlnové délky, *k* je Boltzmannova konstanta.

$$H_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{k\lambda T}} - 1 \right)}$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

Odkazy

Související články

- Zářivá energie

Externí odkazy

- Záření absolutně černého tělesa (http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/538-zareni-absolutne-cerneho-telesa) (Encyklopedie fyziky J. Reichl)

Zdroj

[zdroj?]