



Топотно зрачење

Најраспрострањенији вид електромагнетног зрачења је топлотно зрачење. Утврђено је да тијело на било којој температури изнад апсолутне нуле зраче електромагнетне таласе. На ниским температурама у питању је зрачење које није видљиво. На вишим температурама (око 1000°C) доминира инфрацрвено зрачење- њега зраче дрва која користимо за огрјев. На вишим температурама зрачи се и видљива свјетлост, а преко 3000°C ултраљубичасто зрачење.

Топотно зрачење је зрачење које емитују тијела на рачун смањења своје унутрашње енергије. Дакле, усљед топлотног зрачења унутрашња енергија (температура) тијела се смањује. Да би то зрачење било дуготрајно потребно је обезбједити надокнаду изгубљене унутрашње енергије. То се остварује тако што упоредо са емитовањем енергије, тијело апсорбује дио енергије коју емитују остала тијела. Унутрашња енергија (температура) тијела се повећава приликом апсорбовања енергије. Ако изоловано тијело истовремено апсорбује и емитује енергију, након неког времена успоставља се температура на којој су апсорбована и емитована енергија једнака. Температура тијела је након тога константна. За такво тијело кажемо да се налази у стању **термодинамичке равнотеже**.

Процесе апсорбовања и емитовања топлотног зрачења ћемо објаснити помоћу квантне теорије. Међутим, и класична физика даје одређена тумачења наведених појава. У класичној физици за описивање ових појава се користе двије величине: емисиона и апсорпциона моћ.

Спектрална емисиона моћ је одређена енергијом коју емитује тијело у јединици времена, са јединице површине тијела у датом интервалу таласних дужина:

$$e_{\lambda} = \frac{\Delta W_{\lambda}}{St\Delta\lambda}$$

За описивање укупног зрачења са површине тијела користи се и емисиона моћ.



Емисиона моћ се добија сумирањем по свим интервалима таласних дужина. Емисиона моћ је одређена енергијом коју тијело емитује у јединици времена, са јединице површине тијела:

$$E = \frac{W}{St}$$

Емисиона моћ зависи од температуре тијела, хемијског састава тијела и стања његове површине.

Спектрална апсорпциона моћ дефинише дио енергије зрачења који апсорбује површина тијела у јединици времена у датом интервалу таласних дужина:

$$a_\lambda = \frac{\Delta W_\lambda^{aps}}{\Delta W_\lambda^{up}}$$

Апсорпциона моћ се добија сумирањем по свим интервалима таласних дужина. Апсорпциона моћ дефинише дио енергије зрачења који апсорбује површина тијела у јединици времена:

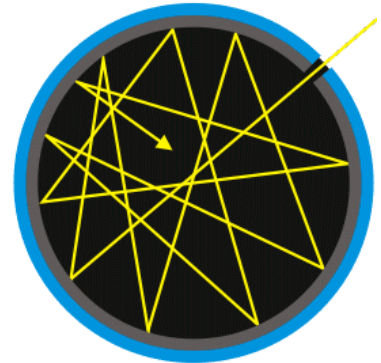
$$A = \frac{W_\lambda^{aps}}{W_\lambda^{up}}$$

Одбијена свјетлост омогућује да видимо тијела. Ако се тијело види као црно, то значи да је оно апсорбовало највећи дио видљиве свјетлости. Идеалан случај би био да тијело на свим температурама апсорбује сву енергију која доспијева на њега, без обзира на таласну дужину. Такво тијело се назива **апсолутно црно тијело** и за њега важи:

$$A_{ct} = 1, \quad a_{\lambda ct} = 1$$

Апсолутно црно тијело је физички модел, није могуће направити тијело са таквим особинама. Када је потребно за физички експеримент направити апсолутно црно тијело, то се ради на сљедећи начин: направи се лопта од изолационог материјала са малим отвором

на површини. Унутрашњост лопте се прекрије помоћу чађи, која добро апсорбује електромагнетне таласе. Када електромагнетни талас прође кроз отвор, он ће се одбијати од унутрашњих зидова лопте све док се потпуно не апсорбује. Дакле, у том случају отвор лопте се понаша као апсолутно црно тијело.



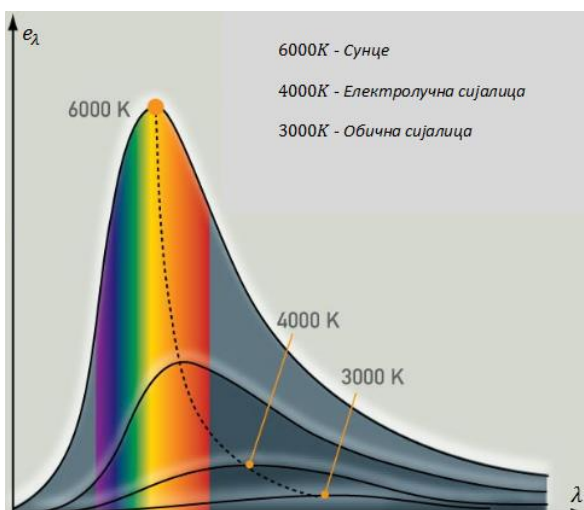
Тијело које би апсолутно одбијало цјелокупно упадно зрачење независно од температуре и таласне дужине је **апсолутно бијело тијело**.

- Закони топлотног зрачења

Кирхофов закон: Однос спектралне апсорпционе моћи и спектралне емисионе моћи неког тијела не зависи од природе тијела, већ само од од таласне дужине и од температуре.

Дакле, тај однос је исти за свака два тијела на истој температури, па је једнак и за апсолутно црно тијело. Ако то узмемо у обзир, добићемо формулу:

$$\frac{e_{\lambda}}{a_{\lambda}} = e_{\lambda ct}$$



Један од основних проблема је био да се објасни функција по којој тијела врше своје топлотно зрачење. То је функција зависности спектралне емисионе моћи од таласне дужине и температуре и експериментално је утврђено да она има облик:



КВАНТНА ПРИРОДА ЕЛЕКТРОМАГНЕНТОГ ЗРАЧЕЊА *Максим Мичета*

На основу овог графика слиједе још два закона.

Штефан-Болцманов закон: Укупна емисиона моћ зрачења апсолутно црног тијела сразмјерна је четвртој степену апсолутне температуре:

$$E = \sigma T^4$$

гдје је σ **Штефан-Болцманова константа** која износи $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$.

Укупна емисиона моћ се добија сумирањем спектралних емисионих моћи за све таласне дужине. У складу с тим, емисиона моћ апсолутно црног тијела на датој температури је једнака површини да претходном графику.

Винов закон: Највјероватнија таласна дужина у спектру топлотног зрачења апсолутно црног тијела обрнуто је сразмјерна температури тијела:

$$\lambda_m = \frac{b}{T}$$

гдје је b **Винова константа** која износи $b = 2,9 \cdot 10^{-3} K m$.

Према Виновом закону, са повећањем температуре тијела максимум спектралне емисионе моћи помјера се ка мањим таласним дужинама.