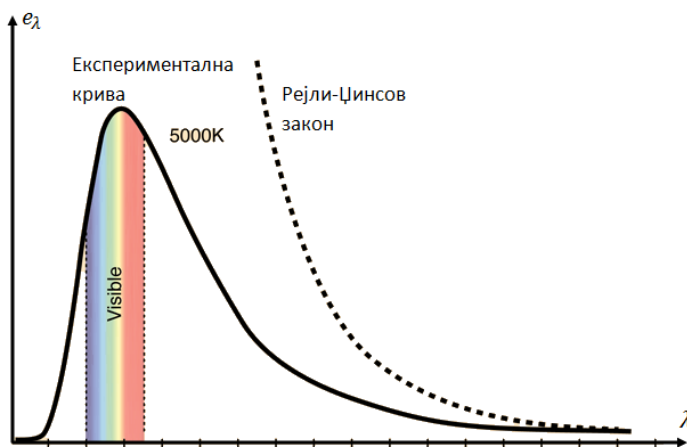


Квантна природа електромагнетних таласа

Класична физика је изучавала топлотно зрачење на основу експерименталних чињеница. Тако смо дошли до сва три закона топлотног зрачења, као и до графика зрачења. Ови сви закони говоре само о одређеним представама тог зрачења, али потпуна слика о томе како настаје зрачење и како тијело апсорбује зрачење није нам била позната. Два физичара Рејли и Џинс су покушали законима класичне физике да објасне топлотно зрачење и добили су тзв. **Рејли-Џинсов закон**. Међутим, график зрачења до којег су они теоријски дошли изгледа овако:



Оно што је јасно са графика то је да се Рејли-Џинсов закон не може примјенити у цијелом спектру зрачења, већ се само примјењује на веће таласне дужине. Према Рејли-Џинсовом закону, емисиона моћ (интензитет) зрачења црног тијела тежи бесконачности на малим таласним дужинама, што се не слаже

са експерименталним подацима и са законом одржања енергије. Ово се назива **ултраљубичаста катастрофа**.

На крају се испоставило да је основни проблем класичне теорије у томе што се емисија, пренос и апсорпција зрачења одвија континуално са произвољним вриједностима енергије. Настали проблем је ријешено **Макс Планк** својом генијалном идејом- атоми емитују зрачење у тачно одређеним порцијама (квантима). **Квант** енергије електромагнетног зрачења се назива **фотон**.

Енергија једног квантна енергије, односно фотона сразмјерна је фреквенцији зрачења, што се приказује формулом:



КВАНТНА ПРИРОДА ЕЛЕКТРОМАГНЕНТОГ ЗРАЧЕЊА *Максим Мичета*

$$E = h\nu$$

гдје је h једна од фундаменталних константи у физици- **Планкова константа**, која износи $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{Js}$. Користи се такође и **редукована Планкова константа** $\hbar = \frac{h}{2\pi}$. Па је :

$$E = \hbar 2\pi\nu \quad \Rightarrow \quad E = \hbar\omega$$

Уочавамо да Планкова константа има јако малу вриједност. Због тога фотон видљиве свјетлости има јако малу вриједност енергије. Тако мала вриједност порције зрачења је и довела до тога да квантни ефекти дуго остану незапажени. Они долазе до изражаја тек на микроскопском нивоу материје. Оно што је јасно на основу Планкове претпоставке је:

- најмања енергија која се може емитовати једнака је енергији једног кванта;
- укупна емитована енергија је једнака цјелобројном умношку енергије једног кванта.

На основу ових претпоставки, Планк је дошао теоретски до формуле којом се описује емисиона моћ апсолутно црног тијела (**Планков закон**). График који се добије на основу тог закона се скоро потпуно поклапа са експерименталном кривом. Такође, на основу Планковог закона се кратким прорачунима може доћи и до Штефан-Болцмановог закона и до Виновог закона.

Комбинацијом релативистичког и Планковог израза за енергију, добићемо:

$$E = mc^2, \quad E = h\nu$$

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

а пошто је $c = \lambda\nu$, добићемо:

$$m = \frac{h}{c\lambda}$$



КВАНТНА ПРИРОДА ЕЛЕКТРОМАГНЕНТОГ ЗРАЧЕЊА *Максим Мичета*

Фотон је честица која се креће брзином c , па се може закључити:

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{c^2}}} = \frac{E_0}{0}$$

$$E_0 = E \cdot 0 = 0$$

Дакле, енергија мировања је једнака нули, па је самим тим и маса мировања фотона једнака нули.

Импулс фотона је $p = mc$, па ако искористимо претходну формулу за масу, добићемо:

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Импулс је векторска величина. У том смислу импулс фотона се може дефинисати преко таласног вектора:

$$p = \frac{h}{2\pi} \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\vec{p} = \hbar \vec{k}$$

гдје је \vec{k} таласни вектор (има правац и смјер простирања таласа, а интензитет $k = \frac{2\pi}{\lambda}$).