

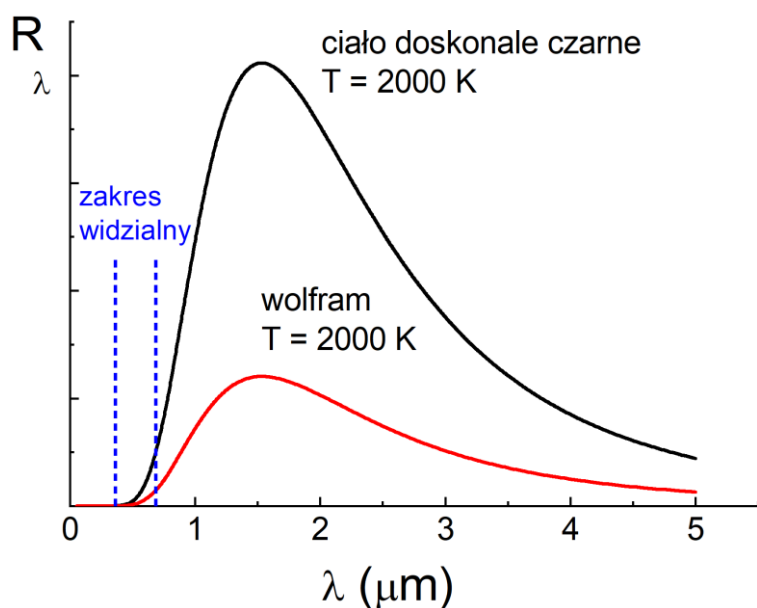
Promieniowanie ciepłe (promieniowanie termiczne)

Materiały dla studentów - opracowała dr hab. Hanna Grajek, prof. UWM

(opracowanie między innymi na podstawie książki: M. Skorko, „Fizyka”)

Promieniowanie ciepłe emitowane jest przez każdą materię mającą temperaturę wyższą od zera bezwzględnego. Temperatura ciała ma wpływ na wysyłane przez nie promieniowanie. Jest to promieniowanie elektromagnetyczne. Gdy ciała mają temperaturę niższą od 950K, czy są np. w temperaturze pokojowej, emitują promieniowanie, które można obserwować tylko w podczerwieni. Promieniowanie widzialne emitują dopiero gdy temperatura ich jest wyższa od 950K i wtedy pojawia się promieniowanie czerwone. W temperaturze ok.1500K w widmie występuje już część czerwona, żółta i zielona widma, a w temperaturze 1800K widmo ma już wszystkie barwy (cały zakres widzialny).

Można sztucznie stworzyć źródło o maksymalnej zdolności emisji w każdej temperaturze i o 100% absorpcji padającego promieniowania. Będzie to ciało doskonale czarne. Zdolność emisyjną w funkcji długości fali przedstawiono na Rys.1. Dla porównania na wykres naniesiono zdolność emisyjną wolframu (którego świecenie widzimy w zwykłych żarówkach).



Rys.1. Zdolność emisyjna wolframu i ciała doskonale czarnego

Prawa związane z promieniowaniem cieplnym

Wpływ temperatury na natężenie promieniowania opisuje **prawo Stefana**, który doświadczalnie wykazał takie prawo, a następnie prawo to zostało potwierdzone teoretycznie przez Boltzmann'a.

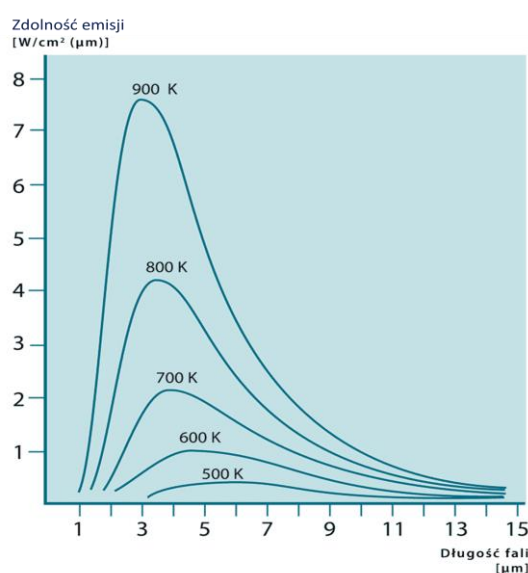
Prawo: Całkowita energia promieniowania widzialnego i niewidzialnego wysyłana przez jednostkę powierzchni ciała doskonale czarnego w jednostce czasu wyraża się wzorem:

$$E = \sigma T^4$$

σ – Stała Stefana-Boltzmann'a

$$\sigma = 5.669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

Prawo Wiena:



Rys.2. Zdolność emisyjna ciała doskonale czarnego w funkcji długości fali w różnych temperaturach.

Z rysunku widać, że w miarę wzrostu temperatury rośnie pole pod krzywą, a maksimum krzywej przesuwa się w stronę fal krótszych. W związku z tym **Wien** sformułował następujące prawo:

$$\lambda_{max} T = const = 2.869 \times 10^{-3} \text{ m} \times K$$

gdzie λ_{max} jest długością fali (w m), przy której występuje maksimum zdolności emisji w temperaturze T. Jest to prawo przesunięć Wiena.

Prawo Wiena znajduje liczne zastosowania, np. pozwala określić temperatury gwiazd na podstawie pomiaru ich światła, przy założeniu, że promieniują one jak ciało doskonale czarne (co jest bliskie prawdy):

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

Prawo Kirchhoffa:

W ustalonej temperaturze stosunek zdolności emisji do zdolności absorpcji danego ciała nie zależy od rodzaju ciała, tzn. dla wszystkich ciał jest jednakową, uniwersalną funkcją częstotliwości i temperatury, taką samą dla wszystkich ciał, czyli

$$\frac{e(\lambda, T)}{\alpha(\lambda, T)} = \varepsilon(\lambda, T)$$

$e(\lambda, T)$ – zdolność emisyjna ciała zależna od długości fali (częstości promieniowania) i od temperatury,

$\alpha(\lambda, T)$ – zdolność absorpcyjna ciała – jest to liczba wskazująca, jaka część strumienia promieniowania padającego zostaje pochłonięta,

$\varepsilon(\lambda, T)$ – uniwersalna funkcja Kirchhoffa.