

Rozkład Plancka

Ewa Kuraś

I IM GR 4

Max Planck

- ▶ **Max Karl Ernst Ludwig Planck** (ur. [23 kwietnia 1858](#) w [Kilonii](#), zm. [4 października 1947](#) w [Getyndze](#)) – niemiecki fizyk, autor prac z zakresu [termodynamiki](#), [promieniowania termicznego](#), [energii](#), [dyspersji](#), [optyki](#), [teorii względności](#), a przede wszystkim [teorii kwantów](#).
- ▶ W roku [1900](#), pracując nad teorią promieniowania emitowanego przez [ciało doskonale czarne](#), zmodyfikował [prawo Wiena](#), wprowadzając do wzoru nową stałą fizyczną, nazwaną następnie jego nazwiskiem. Koncepcja, zgodnie z którą energia może być emitowana tylko w określonych porcjach, zwanych [kwantami](#), dała początek [mechanice kwantowej](#).



Rozkład promieniowania ciała doskonale czarnego (tzw. rozkład Plancka)

Ciało doskonale czarne emituje promieniowanie ze wszystkich długości fal. Jednak nie jest ono we wszystkich długościach fal emitowane z jednakowym natężeniem – osiąga ono maksimum dla konkretnej długości fali. Rozkład ukazujący, jakie jest w zależności od długości fali natężenie promieniowania ciała doskonale czarnego to tzw. rozkład Plancka. Natężenie promieniowania ciała w zależności od częstotliwości fali wyraża wzór:

gdzie:

$I(f)$ – radiancja spektralna (natężenie promieniowania na zadaną jednostkę częstotliwości)

h – stała Plancka, równa $6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

T – temperatura bezwzględna (w skali Kelvina) ciała doskonale czarnego

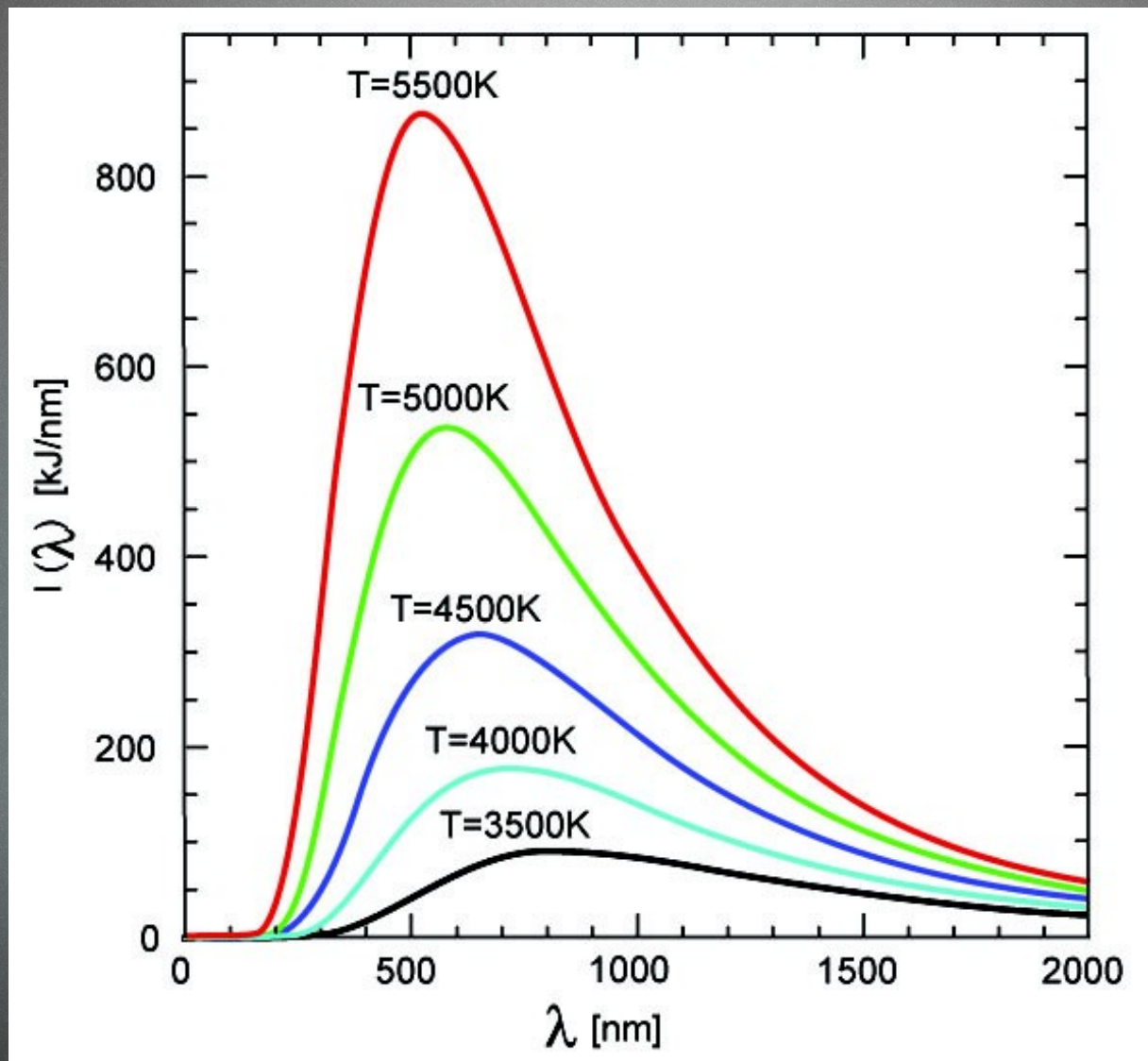
c – prędkość światła (w próżni)

k – stała Boltzmanna

f – częstotliwość promieniowania (dla której liczymy natężenie)

Przykładowy rozkład promieniowania ciała czarnego dla różnych temperatur:

doskonale





Również promieniowanie słoneczne jest promieniowaniem ciała doskonale czarnego. Dzięki temu wyznaczono temperaturę świecącej powierzchni Słońca (fotosfery) na wartość ok. 5780K.

Na wykresie przedstawiającym widmo promieniowania słonecznego można dopatrzeć się, iż faktycznie odpowiada on promieniowaniu ciała doskonale czarnego, z naniesionymi nań prążkami absorpcyjnymi będącymi skutkiem absorpcji określonych długości fal przez pierwiastki występujące na Słońcu (przede wszystkim przez wodór i hel).

Prawo Plancka

Max Planck (1900) zwrócił uwagę, że gdyby wzór Wiena zmienić w prosty sposób, dawałby wyniki zgodne z doświadczeniem. Planck założył, że atomy ścian wnęki (ciała doskonale czarnego) zachowują się jak oscylatory elektromagnetyczne, z których każdy ma charakterystyczną częstotliwość drgań. Atomy te emitują do wnęki i absorbują z niej energię elektromagnetyczną. Własności powstałego promieniowania we wnęcie wynikają z własności oscylatorów, z którymi wnęka jest w równowadze.

Wzór Plancka

W roku 1900 Max Planck zaproponował inny opis widma promieniowania ciała doskonale czarnego. Przyjął on zupełnie rewolucyjną jak na owe czasy hipotezę, że emitowane promieniowanie ma nieciągły rozkład, że emitowane jest pewnymi porcjami, czyli jest skwantowane. Procesy zachodzące we wnętrzu stanowiącej ciało doskonale czarne rozważał on jako drgania oscylatorów harmoniczných, które emitują i absorbują promieniowanie. Energie tych oscylatorów, według założenia Plancka, nie mogą przyjmować jednak dowolnych wartości, ale tylko takie, dla których spełniony jest warunek

$$E = n \cdot h \cdot \nu$$

gdzie n jest liczbą naturalną, h jest stałą, która później została nazwana stałą Plancka; jest częstotliwością drgań oscylatora. Z zależności tej widać, że najmniejsze energie emitowanego przez taki oscylator promieniowania odpowiadają zmianie liczby n o jeden, czyli

$$\Delta E = h \cdot \nu$$

Dla wyznaczenia średniej energii oscylatorów Planck przyjął, że ich rozkład opisany jest znanym z termodynamiki tzw. rozkładem Boltzmann'a. W oparciu o te założenia uzyskał wyrażenie na średnią energię oscylatora. (Szczegóły tych obliczeń można znaleźć np. w pozycji 3, podanej bibliografii.)

Stała Plancka

Stała Plancka (oznaczana przez h) jest jedną z podstawowych stałych fizycznych. Ma wymiar działania, pojawia się w większości równań mechaniki kwantowej.

Historycznie stała Plancka pojawiła się w pracy Maxa Plancka na temat wyjaśnienia przyczyn tzw. katastrofy w nadfiolecie w prawie promieniowania ciała doskonale czarnego. Planck stwierdził, że energia nie może być wypromieniowywana w dowolnych ciągłych ilościach, a jedynie w postaci "paczek" (kwantów) o wartości $h\nu$, gdzie ν jest częstotliwością.

Stała Plancka w układzie SI jest równa[1]:

$$h = 6,626\ 069\ 57(29) \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} = 4,135\ 667\ 516(91) \cdot 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$$

KONIEC

Dziękuję za uwagę.

Ewa Kuraś