

Ćwiczenie 9

Promieniowania ciała doskonale czarnego

Cel ćwiczenia

Wyznaczenie spektralnej zależności gęstości promieniowania dla danej temperatury źródła, sprawdzenie zgodności teorii opisującej promieniowania ciała doskonale czarnego z wynikami symulacji.

Wymagane wiadomości teoretyczne

Historyczne podejście do promieniowania ciała doskonale czarnego. Prawo przesunięć Wien'a. Zależność całkowitej mocy emitowanej od temperatury bezwzględnej. Model Plancka. Interpretacja Einsteina.

Wykonanie ćwiczenia

Uruchomić symulację, zapoznać się z jej funkcjonalnościami a następnie przeprowadzić:

1. Wyznaczanie krzywej zależności gęstości mocy $u(\lambda, T)$ promieniowania od długości fali λ dla danej temperatury T

- a) Wybrać obiekt emitujący promieniowanie i odczytać temperaturę T .
- b) Dobrać osie wykresu tak, aby zaobserwować krzywą zależności $u(\lambda, T)$.
- c) Ustawiając kursor w kolejnych punktach krzywej należy odczytać współrzędne (λ, u) .
- d) Wprowadzić dane do tabeli i wykonać wykres.
- e) Odczytać położenie λ_{\max} , dla którego występuje maksimum gęstości mocy promieniowania w danej temperaturze.
- f) Odczytać odpowiadającą tej temperaturze całkowitą gęstość mocy u_{TOT} oznaczoną jako „zd.emisyjna” w W/m^2 . Porównać odczytaną wartość z wyznaczonym polem pod krzywą.
- g) Zmienić źródło promieniowania i powtórzyć punkty b-f dla kilku temperatur (co najmniej 3).

2. Wyznaczanie krzywej zależności λ_{\max} i u_{TOT} od temperatury bezwzględnej T

- a) Dla co najmniej 10 temperatur w zakresie 3000 – 11000 K odczytać λ_{\max} i u_{TOT}
- b) Wykonać wykresy λ_{\max} i u_{TOT} w funkcji temperatury.

3. Opracowanie wyników – sprawdzanie zgodności uzyskanych wyników z teorią ciała doskonale czarnego

- a) Narysować wykres w zlinearyzowanych zmiennych dla zależności $\lambda_{\max}(T)$ i sprawdzić czy jest zgodny z prawem Wiena.
- b) Narysować wykres $u_{\text{TOT}}(T)$ (w zlinearyzowanych zmiennych) i sprawdzić czy jest zgodny z teorią. Jak wpływa dobór granic całkowania na wynik?
- c) Na podstawie zebranych wyników wyznaczyć stałe występujące w tych prawach.

Wnioski

Podać wnioski z wykonanych symulacji omawiając ograniczenia użytych metod w odniesieniu do teorii ciała doskonale czarnego.

Polecana literatura

1. J. Bernstein, P.M. Fishbane, S. Gasiorowicz, Modern Physics, Prentice Hall, 2000
2. R. Eisberg, R. Resnick, Fizyka kwantowa, PWN Warszawa 1983.
3. Treść wykładu.