Z11 - Sprawdzanie prawa Stefana-Boltzmanna i wyznaczanie stałej C_2 we wzorze Plancka

II Pracownia Fizyczna
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

Celem ćwiczenia jest poznanie praw opisujących promieniowanie ciała doskonale czarnego oraz wyznaczenie wykładnika potęgowego w prawie Stefana-Boltzmanna i stałej c_2 w prawie Plancka a także wyliczenie wartości stałej Plancka h.

Zagadnienia do przestudiowania

1. Definicje wielkości używanych do opisu promieniowania, pojęcie ciała doskonale czarnego [1].
2. Podstawowe prawa opisujące zjawisko promieniowania ciała doskonale czarnego: prawo Stefana-Boltzmanna, Prawo Plancka [1].
3. Zależność oporu elektrycznego od temperatury dla normalnie przewodzącego metalu [1].
4. Zasada działania i budowa używanych przyrządów pomiarowych [1].

Zadania obliczeniowe

1. Znaleźć związek pomiędzy gęstością spektralną energii izotropowego pola promieniowania $\rho_T(\nu)$ a gęstością spektralną strumienia energii $R(\nu)$ [czyli strumienia płynącego w jedną stronę, przez jednostkową wirtualną powierzchnię w tym polu]. Powinniśmy otrzymać wynik: $R(\nu) = \frac{c}{4}\rho_T(\nu)A(\nu)$.
2. Obliczyć gęstość spekralną modów $\frac{dN(\nu)}{d\nu}$ makroskopowego pola promieniowania .

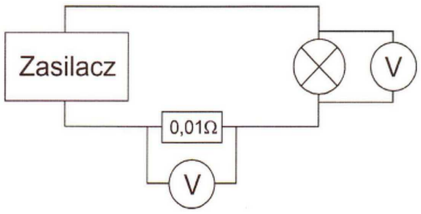
Aparatura i materiały

W skład zestawu pomiarowego wchodzą:

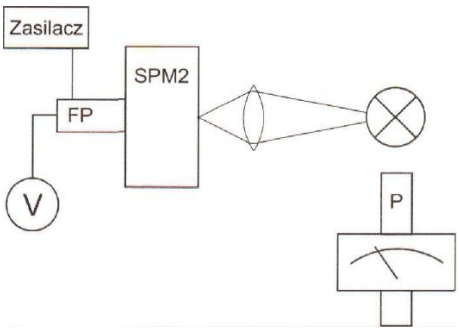
- Lampa żarowa.
- Monochromator z fotopowielaczem.
- Lampa spektralna Hg do kalibracji długości światła w monochromatorze.
- Opór wzorcowy, woltomierze cyfrowe.
- Pirometr optyczny ze znikającym włóknem

Program ćwiczenia

Część I: Wyznaczenie wykładnika potęgowego we wzorze Stefana-Boltzmanna.



Rysunek 1: Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia współczynnika we wzorze Plancka. FP oznacza fotopowielacz, SPM2 monochromator, a P pirometr.



Rysunek 2: Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia współczynnika we wzorze Plancka. FP oznacza fotopowielacz, SPM2 monochromator, a P pirometr.

1. Zestawić układ pomiarowy jak na Rys. 1.
2. Zanotować napięcia na żarówce i na oporze pomiarowym w szerokim zakresie napięc zasilania ukladu (0-5V).
3. Wykreślić zależność mocy żarówki od jej oporu
4. Zidentyfikować obszar temperatur (oporów żarówki) w którym możemy zaniedbać promieniowanie.
5. Dopasować linię prostą w tym obszarze i ekstrapolować ją na cały obszar pomiarowy otrzymując w ten sposób moc traconą przez żarówkę ze względu na przewodnictwo cieplne układu .
6. Odjąć moc traconą przez żarówkę ze względu na przewodnictwo cieplne układu aby otrzymać moc promieniowaną przez żarówkę w funkcji oporu (temperatury).

7. Dopasować moc promieniowaną przez żarówkę poprzez odpowiednią funkcję.

Część II: Wyznaczenie stałej c_2 w prawie Plancka i wyliczenie wartości stałej Plancka h.

1. Zestawić układ pomiarowy jak na Rys. 2 z lampą wzorcową zamiast żarówki.
2. Odczytać pozycje linii spektralnych lampy wzorcowej przestrajając monochromator SPM2. Zidentyfikować linie przypisać im długości fali. Sporządzić krzywą dyspersji (skalibrować skalę długości fali monochromatora)
3. Zestawić układ pomiarowy jak na Rys. 2.
4. Dla trzech wybranych odległych od siebie długości fali (np. odpowiadających czerwonej, żółtej i niebieskiej barwie światła) zmierzyć gęstość spektralną strumienia promieniowania w funkcji temperatury włókna żarówki (izochromaty).
5. Dopasować odpowiednią funkcję do otrzymanych danych i odczytać stałą h/k.

Opracowanie wyników

W sprawozdaniu powinny się znaleźć następujące wykresy:

1. zależność mocy dostarczonej do żarówki od oporu żarówki,
2. powiększona początkowa część wykresu, gdzie moc zależy liniowo od oporu wraz z dopasowaną zależnością liniową,
3. wykres mocy traconej na promieniowanie od oporu z dopasowaniem krzywej potęgowej,
4. krzywa dyspersji monochromatora,
5. zależności napięcia na fotopowielaczu od temperatury włókna żarówki dla kilku wybranych długości fali.

W celu znalezienia wyznaczanych parametrów należy dopasować krzywe modelowe do danych pomiarowych.

Zasady BHP

Lampa rtęciowa emituje szkodliwy dla oczu ultrafiolet. Proszę oszczędzać swoje oczy i unikać wpatrywania się w samą lampę!

Literatura

[1] Skrypt/rozszerzona instrukcja do ćwiczenia Z11 (dostępna na stronie internetowej Pracowni po zalogowaniu, *Wyznaczanie stałej C_2 we wzorze Plancka i sprawdzanie prawa Stefana-Boltzmanna.*