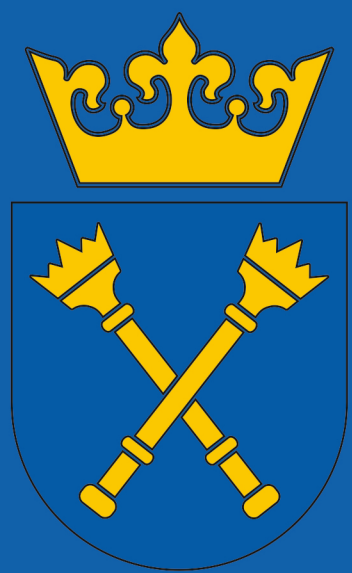
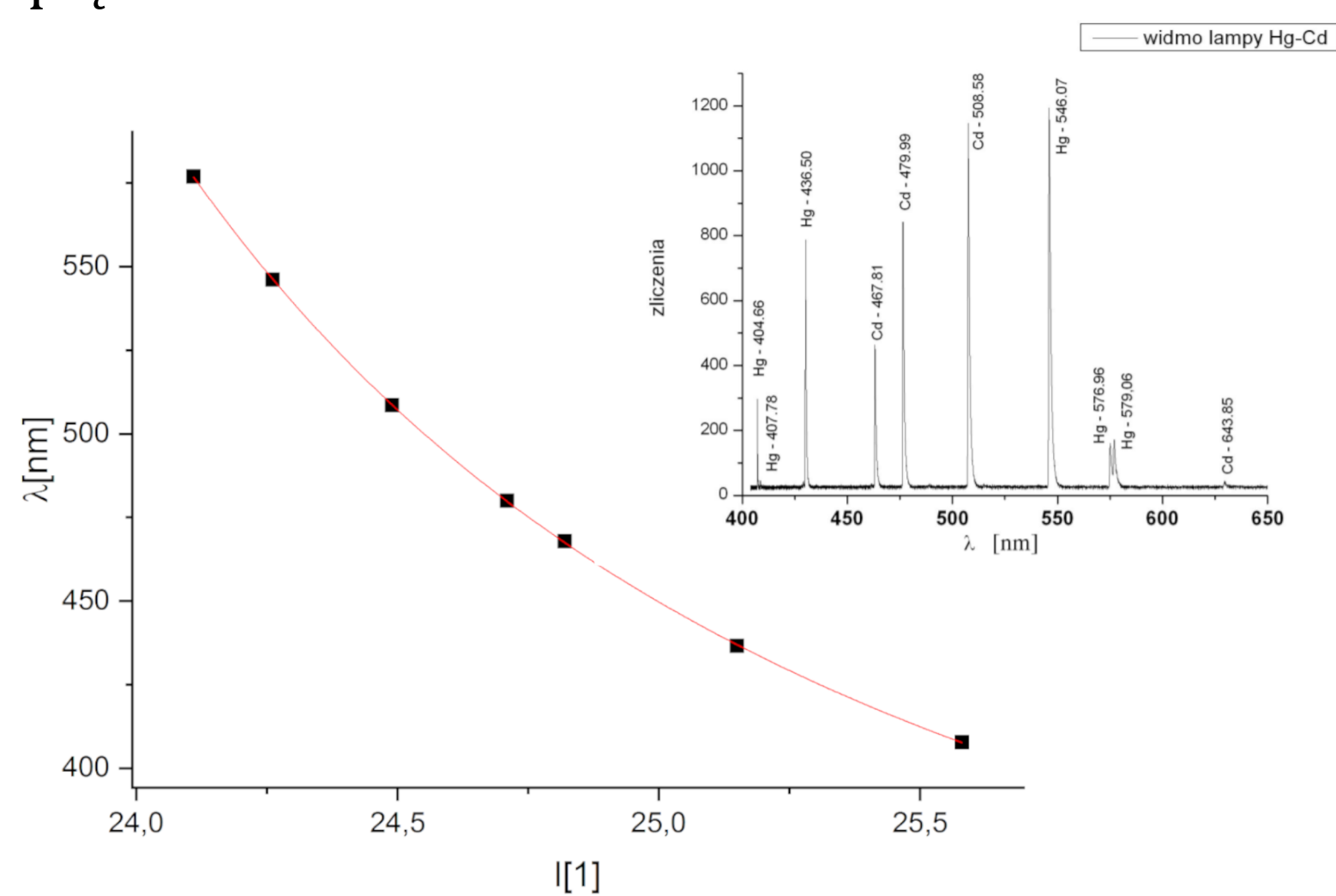


AUTOR:
Kamil FurmanOPIEKUN:
dr hab. Bartosz Such

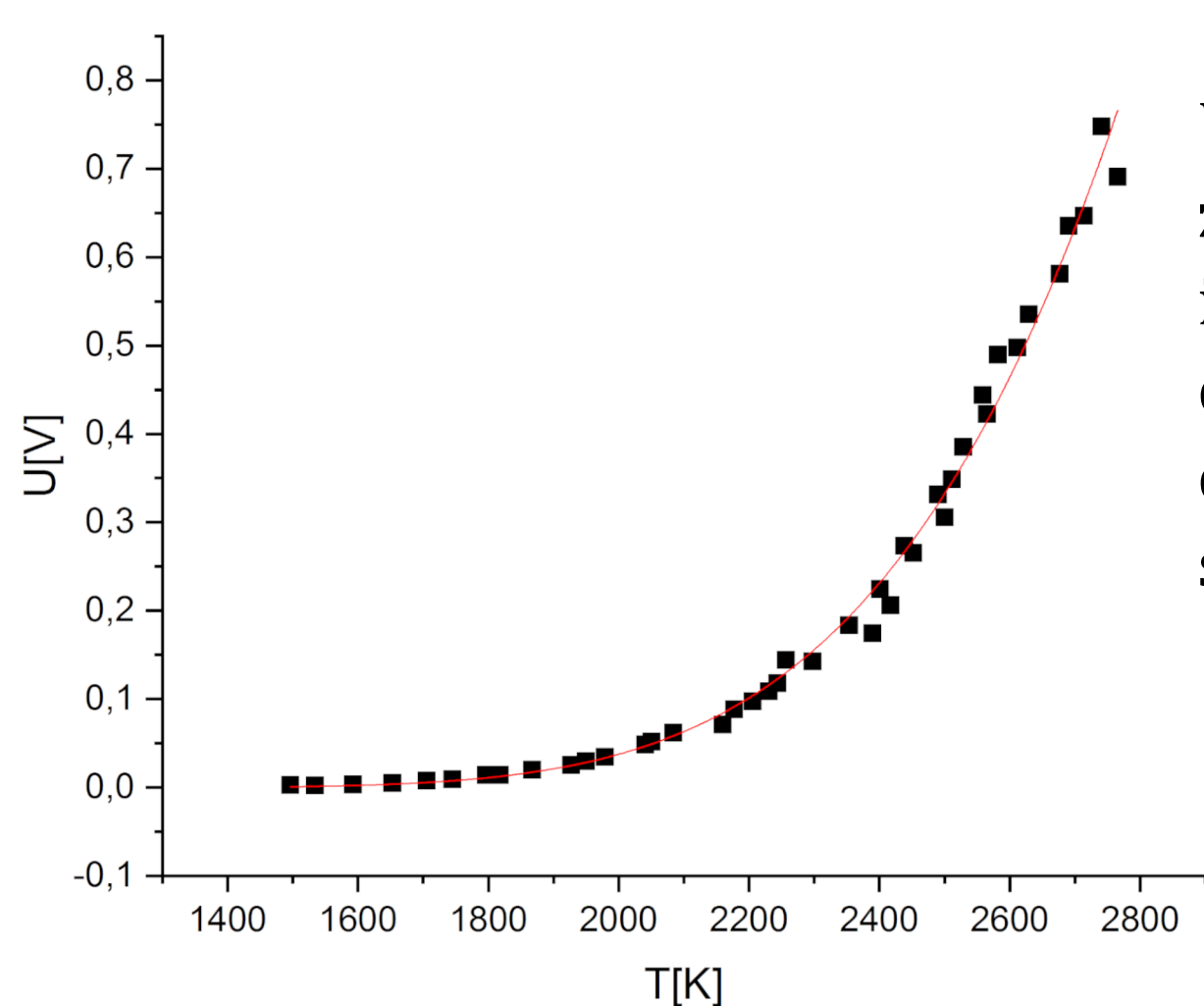
19

Kalibracja monochromatora

Za pomocą znanego widma lampy rtęciowo-kadmowej do odpowiednich pików dopasowano położenia maksimów napięcia na monochromatorze.



Rysunek 3. Widmo lampy rtęciowo-kadmowej [4] oraz położenia pików w funkcji skali monochromatora. Kolejne punkty odpowiadają kolejnym pikom w przeciwnym kierunku, zaczynając od dubletu Hg.



Rysunek 4. Przykładowa izochromata. Zależność napięcia prądu na detektorze od temperatury dla $\lambda = 675 \text{ nm}$.

Sprawdzanie słuszności formuły Plancka

Ciało doskonale czarne

- wyidealizowany obiekt, który pochłania całe padające na nie promieniowanie elektromagnetyczne.
- będzie ono wobec tego jedynie emitować promieniowanie, którego moc R , zgodnie z prawem Stefana-Boltzmann, będzie zależęć wyłącznie od temperatury:

$$R = \sigma T^4$$

gdzie σ jest stałą Stefana-Boltzmann, a T to temperatura.

Przewidywania klasycznej teorii: wzór Rayleigha-Jeansa sprawdzająca się dla małych częstotliwości (katastrofa w nadfiolecie)

Próba matematycznego dopadowania do wyników doświadczalnych: formuła Wiena, słuszna dla wysokich częstotliwości

Rozwiązanie: formuła Plancka, będąca z początku interpolacją pomiędzy dwoma powyższymi wzorami.

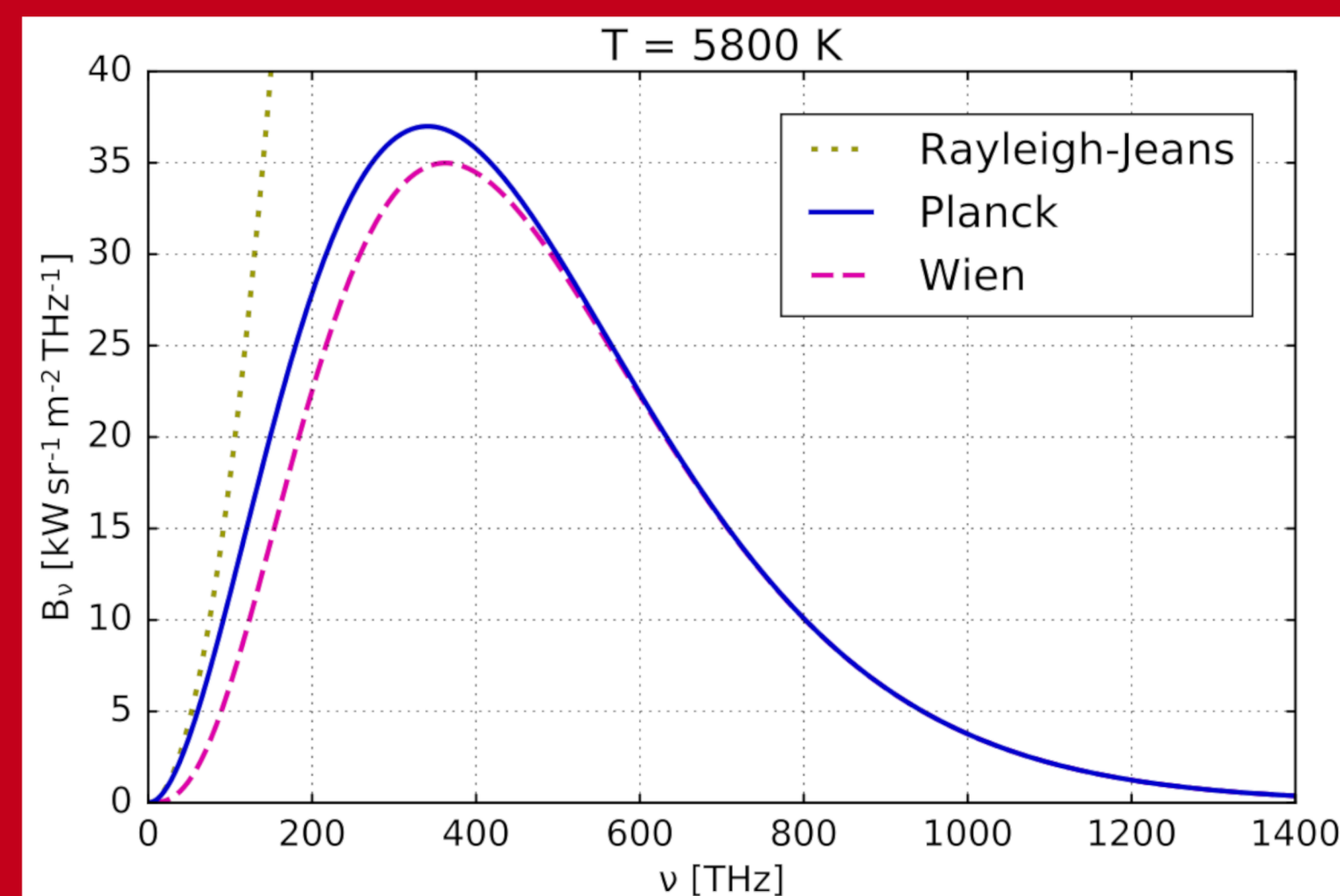
$$\rho_T(\nu) = \frac{8\pi\nu^3}{c^3} \frac{1}{\exp\left(\frac{-h\nu}{k_B T}\right) - 1}.$$

Wykładnik w prawie Stefana-Boltzmann

W doświadczeniu ciało doskonale czarne substytuowało włókno wolframowe w żarówce. Metoda: badanie napięcia prądu płynącego przez żarówkę i opór wzorcowy (opór dla metali jest wprost proporcjonalny do temperatury [1]). Dla niewielkich temperatur wkład radiacyjny jest znikomy, więc do początkowych punktów dopasowano prostą, którą odjęto od wszystkich pozostałych punktów.

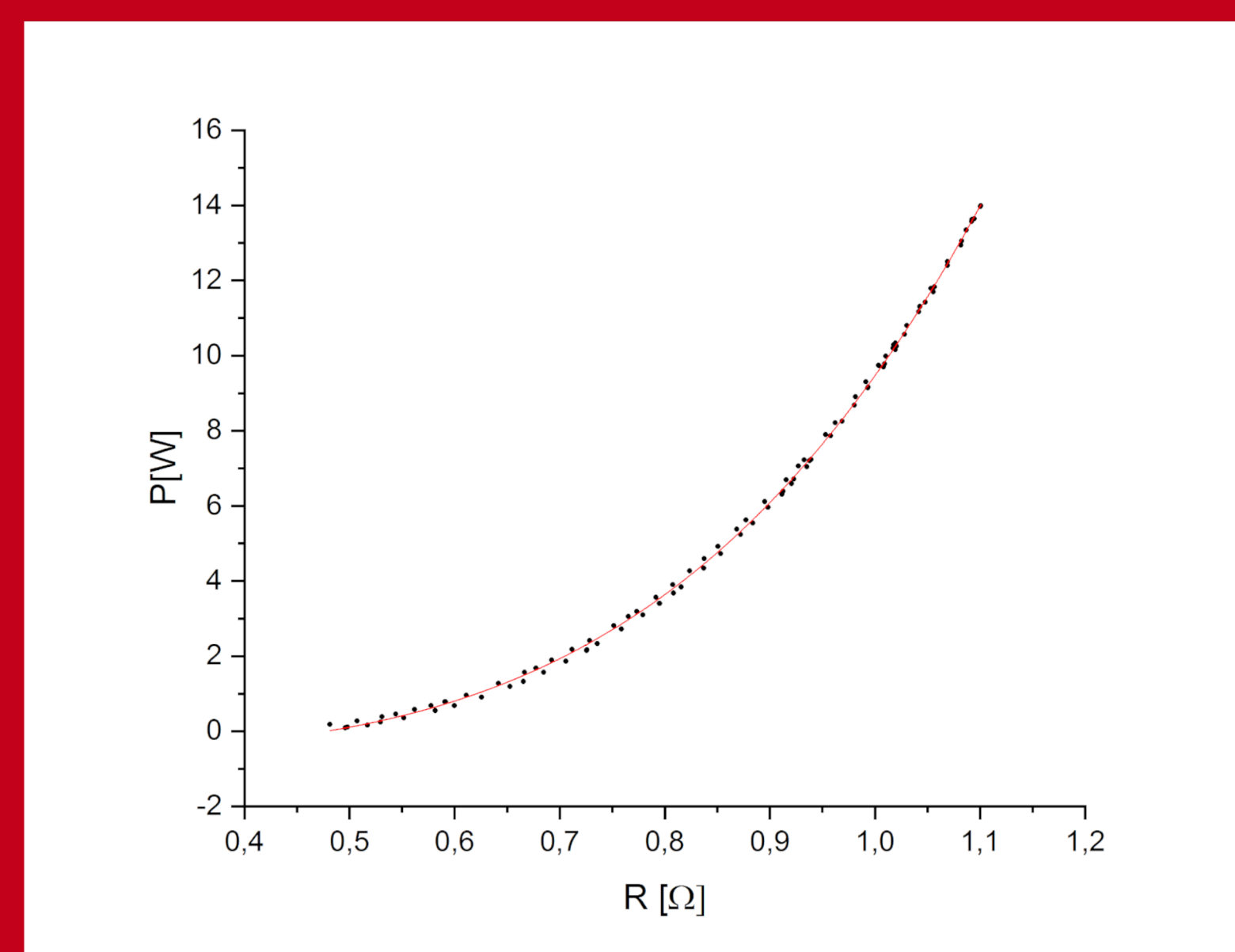
Streszczenie

Cel eksperymentu — potwierdzanie słuszności prawa Stefana-Boltzmann oraz wzoru Plancka. Otrzymane wyniki: $n=3,90(2)$ w przypadku wykładnika potęgowego w prawie Stefana-Boltzmann i $c_2 = 4,86(13) \cdot 10^{11} \text{ K/Hz}$.



Rysunek 1. Rozkład widma ciała doskonale czarnego danego formułami Rayleigha-Jeansa, Plancka oraz Wiena. [2]

Interpretacja matematycznego wyniku możliwa tylko przy założeniu ściśle określonych energii — narodziny mechaniki kwantowej.



Rysunek 2. Zależność mocy na włóknie wolframowym od napięcia płynącego przez nie prądu.

Otrzymany w ten sposób współczynnik potęgowy w prawie Stefana-Boltzmann jest równy:

$$n = 3,90(2)$$

co jest zbliżone do przewidywań teoretycznych (ciało doskonale czarne — idealizacja).

Badanie stałej c_2 we wzorze Plancka

Używana żarówka emituje promieniowanie w dużym zakresie częstotliwości → wzór Plancka badano metodą izochromat: zmiana temperatury i pomiar natężenia światła dla wybranej i stałej wartości długości fali. Otrzymane w doświadczeniu wartości stałej c_2 , która w formule Plancka stoi przy zmiennej w eksponencie, $c_2 = h/k$:

$$c_{21} = 4,90(13) \cdot 10^{11} \text{ K/Hz}$$

$$c_{22} = 4,97(12) \cdot 10^{11} \text{ K/Hz}$$

$$c_{23} = 4,72(9) \cdot 10^{11} \text{ K/Hz}.$$

Wartość średnia z tych pomiarów wynosi $c_2 = 4,86(13) \cdot 10^{11} \text{ K/Hz}$, co w granicach niepewności zgadza się z wartością tablicową równą $4,80 \cdot 10^{11} \text{ K/Hz}$.

Literatura

- [1] Instrukcja do ćwiczenia Z11 (www.2pf.if.uj.edu.pl).
- [2] en.wikipedia.org/wiki/Wien_approximation
- [3] www.shimadzu.com/an/uv/support/fundamentals/monochromators.html
- [4] Instrukcja do ćwiczenia Z20 dla ZMiN (www.2pf.if.uj.edu.pl).