

**ĆWICZENIE  
31**

**SPRAWDZENIE PRAWA STEFANA – BOLTZMANNA**

**Instrukcja wykonawcza**

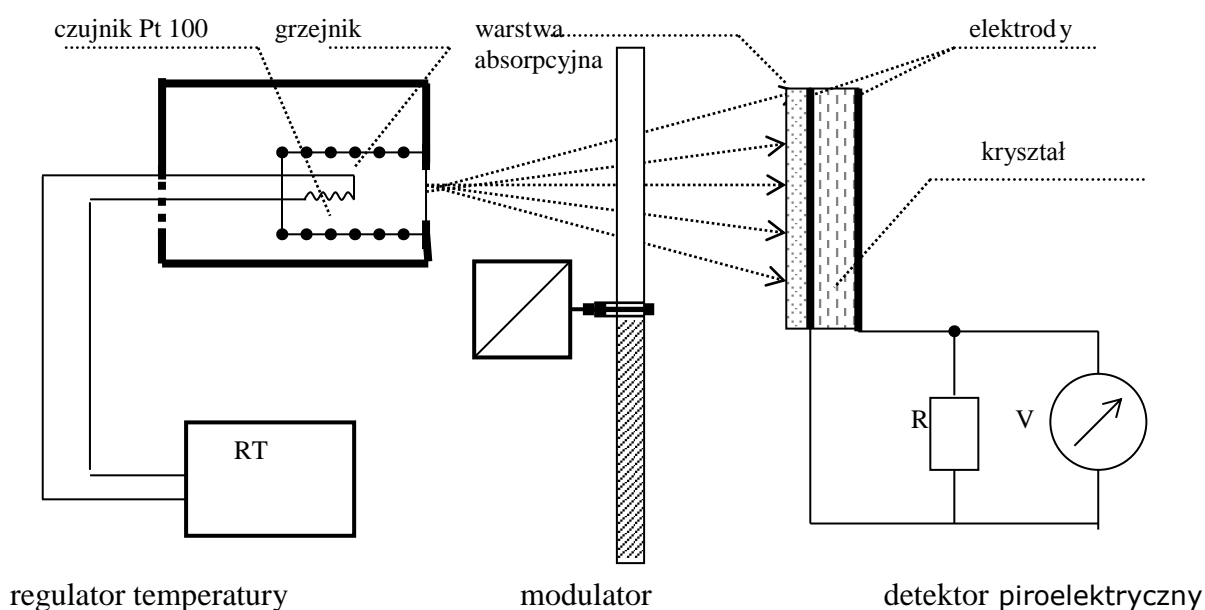
**1. Wykaz przyrządów**

- 1) Regulator temperatury RT z czujnikiem temperatury i grzejnikiem jako modelem ciała doskonale czarnego oraz mechanicznym modulatorem strumienia promieniowania podczerwonego
- 2) Piroelektryczny detektor promieniowania podczerwonego

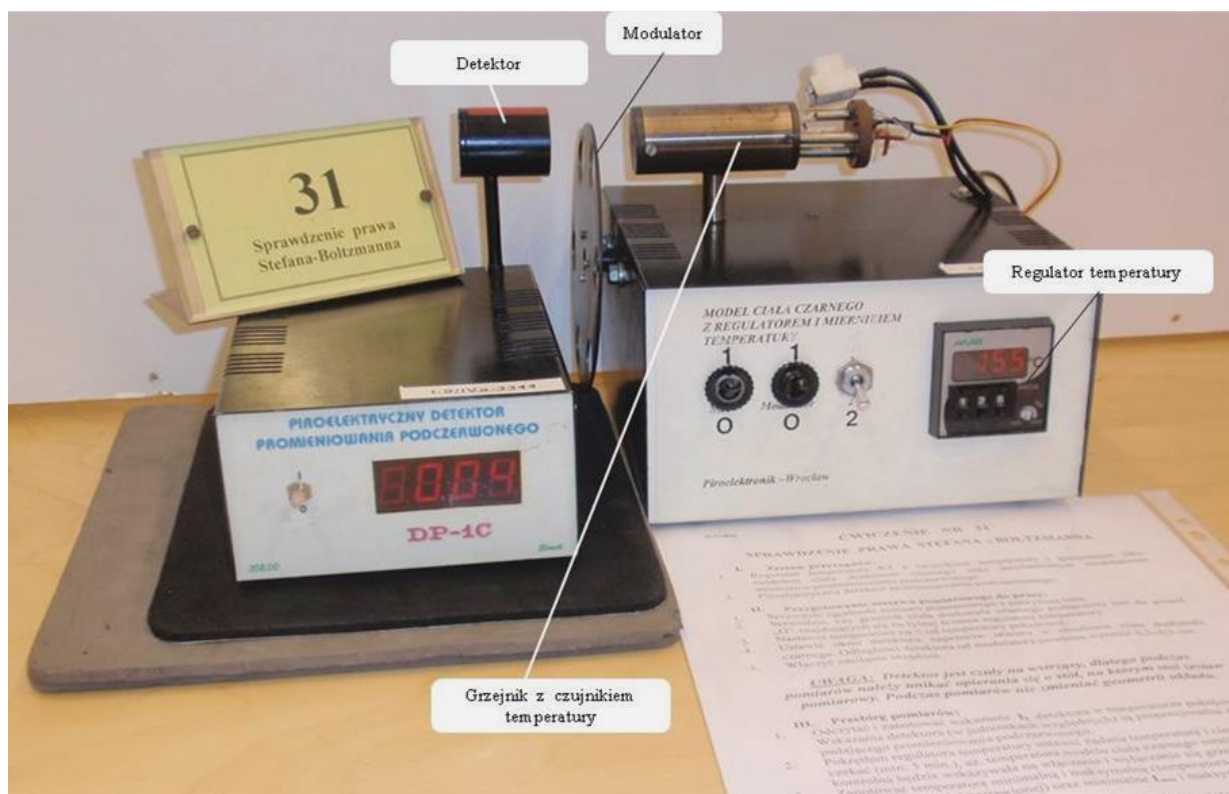
**2. Cel ćwiczenia**

W poniższym ćwiczeniu wykonujemy pomiary natężenia promieniowania elektromagnetycznego modelu ciała doskonale czarnego w funkcji temperatury, i na ich podstawie wyznaczamy wykładnik w prawie Stefana-Boltzmana.

**3. Schemat układu pomiarowego**



**Rys. 1.** Schemat układu pomiarowego i jego trzy główne elementy: regulator temperatury z modelem ciała doskonale czarnego, modulator, detektor piroelektryczny.



**Rys. 2.** Stanowisko pomiarowe.

#### 4. Przebieg pomiarów

Przygotowanie stanowiska:

- 1) Sprawdzić zgodność zestawu pomiarowego z powyższą listą.
- 2) Sprawdzić, czy grzejnik ciała doskonale czarnego podłączony jest do gniazd „G” znajdujących się na tylnej ścianie regulatora temperatury.
- 3) Na regulatorze nastawić temperaturę niższą od temperatury pokojowej.
- 4) Ustawić okno detektora naprzeciw otworu w obudowie ciała doskonale czarnego. Odległości detektora od modulatora powinna wynosić  $0,3 \pm 0,5$  cm.
- 5) Włączyć zasilanie urządzeń.

Pomiar:

- 6) Odczytać i zanotować wskazanie  $I_0$  detektora w temperaturze pokojowej. Wskazania detektora (w jednostkach względnych) są proporcjonalne do mocy padającego promieniowania podczerwonego.
- 7) Pokrętkiem regulatora temperatury ustawić żadaną temperaturę (minimum  $250[^\circ\text{C}]$ ) i cierpliwie czekać (min. 5 min.), aż temperatura modelu ciała czarnego ustali się - lampka kontrolna będzie wskazywała na włączenie i wyłączenie się grzejnika.
- 8) Zanotować kilkakrotnie temperaturę w odstępach około 20 sekund (temperatura oscyluje w pobliżu wartości nastawionej) oraz w podobny sposób kilkakrotnie wskazania detektora (przynajmniej 5 odczytów).
- 9) Wykonać pomiary zależności mocy emitowanej przez ciało doskonale czarne (mierzonej w jednostkach względnych) od jego temperatury w przedziale od  $250^\circ\text{C}$  do  $550^\circ\text{C}$ . Temperaturę zmieniać co  $25 \div 30^\circ\text{C}$ . Przy ustawianiu temperatur mniejszych niż  $350^\circ\text{C}$  ustawić przełącznik mocy w pozycji **1**, a dla równych i wyższych – w pozycji **2**.

## 5. Opracowanie wyników

- 1) Sporządzić wykresy zależności  $I$  od  $T$  oraz  $I$  od  $T^4$ , gdzie  $I = \bar{I} - I_0$  (zmierzona wartość średnia minus wskazania detektora przy temperaturze otoczenia), natomiast  $T = \bar{T}[K]$  (temperatura średnia wyrażona w Kelwinach). Dla wybranych punktów z początkowego, środkowego i końcowego zakresu temperatur zaznaczyć pola niepewności. Omówić wynik graficzny.
- 2) Obliczyć i wykonać wykres zależności  $\ln(I)$  od  $\ln(T)$ . Dla liniowej części wykresu (metodą regresji liniowej) wyznaczyć współczynnik kierunkowy  $a$  prostej typu  $y = ax + b$ , jego niepewność  $\Delta a$  i współczynnik korelacji  $R$ . Współczynnik kierunkowy  $a$  powinien być wykładnikiem potęgowym w prawie Stefana – Boltzmann. Omówić uzyskane wyniki obliczeń. Nanieść na wykres prostą najlepszego dopasowania i porównać ją z wykresem z p.1 Uzyskane zależności porównać z prawem Stefana – Boltzmann

## 6. Informacje dodatkowe

UWAGA: Detektor jest czuły na wstrząsy, dlatego podczas pomiarów należy unikać opierania się o stół, na którym stoi zestaw pomiarowy. Podczas pomiarów nie zmieniać geometrii układu.

Model ciała doskonale czarnego nagrzewa się do wysokich temperatur. Należy zachować ostrożność i unikać dotykania go i kontaktu z materiałami łatwopalnymi.

## 7. Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Tabela 1. Pomiary temperatury modelu ciała doskonale czarnego i odpowiadającego im natężenia promieniowanie elektromagnetycznego (podczerwonego) (Protokół).

lp.	$T_0$ [°C]	$I_0$ [a. u.]	lp.	$T_1$ [°C]	$I_1$ [a. u.]	lp.	$T_2$ [°C]	$I_2$ [a. u.]	...
1			1			1			
2			2			2			
3			3			3			
⋮			⋮			⋮			
n			n			n			

Tabela 2. Wyniki pomiaru natężenia promieniowania ciała doskonale czarnego w funkcji temperatury (Sprawozdanie).

lp.	$T_0$ [°C]	$T_0$ [K]	$I_0$ [a. u.]	$\bar{T}$ [K]	$\bar{T}^4$ [K <sup>4</sup> ]	$I = \bar{I} - I_0$
1						
2						
3						
⋮						
n						
$\bar{X}$						
$\Delta X$						
$u(X)$						
$u_c(X)$						
lp.	$T_1$ [°C]	$T_1$ [K]	$I_1$ [a. u.]			
1						
2						
3						
⋮						
n						
$\bar{X}$						
$\Delta X$						
$u(X)$						
$u_c(X)$						
lp.	$T_2$ [°C]	$T_2$ [K]	$I_2$ [a. u.]			

Wynik wartości wykładnika w prawie Stefana-Boltzmana i jego niepewności przedstawić poniżej tabeli.

**08.2017**