

Технически университет – София

Катедра приложна физика

Протокол № Факултет: Специалност: Група:
Студент: Фак №

Упражнение № 2 Топлинно излъчване. Проверка на закона на Стефан – Болцман

1. Цел на упражнението:

2. Схема на опитната постановка:

3. Кратко теоретично въведение:

Топлинното излъчване е електромагнитно излъчване, което се дължи на вътрешната енергия на телата и е единственото, което може да се намира в равновесие с веществото. То има непрекъснат спектър и е най-разпространеното в природата. За количественото му описание се въвеждат величините: излъчвателна (емисионна) способност $R_{\lambda,T} = dW_e / d\lambda$, където

dW_e е енергията на електромагнитното лъчение, излъчена за единица време, в единичен интервал от дължини на вълната, от единица повърхност на тялото т.е. ако се знае излъчвателната способност във всеки интервал от дължини на вълната, може да се пресметне интегралната излъчвателна способност $R_T = \int_0^{\infty} R_{\lambda,T} d\lambda$; поглъщателна (абсорбционна)

способност $A_{\lambda,T} = dW_a / dW_i$, където dW_a е енергията на електромагнитното лъчение, погълната за единица време, в единичен интервал от дължини на вълната, от единица повърхност на тялото, а dW_i е цялата падаща енергия върху единица площ, за единица време, в единичен интервал от дължини на вълната. Величините $R_{\lambda,T}$ и $A_{\lambda,T}$ зависят от естеството на тялото, термодинамичната температура и са различни за различните дължини на вълната. Затова те се дефинират при точно определени температури и дължини на вълната, т.е. те са спектрални характеристики.

При описание на топлинното излъчване се използва моделът абсолютно черно тяло – това е тяло, което поглъща цялото падащо върху него електромагнитно лъчение за всяка дължина на вълната и температура. Следователно за всички дължини на вълната и температури поглъщателната способност на абсолютно черното тяло $A_{\lambda,T} = 1$. Отношението

$R_{\lambda,T} / A_{\lambda,T} = f(\lambda, T)$ е универсална функция на честотата и температурата и се нарича функция на Кирхоф. Интегралната излъчвателна способност за абсолютно черно тяло можем да определим от закона на Стефан – Болцман

$R_T^* = \int_0^{\infty} f(\lambda, T) d\lambda = \sigma T^4$, където $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ се нарича константа на Стефан–Болцман. Законът може да се

запише и чрез мощността на топлинното излъчване $P = a_T \sigma S T^4$, където S е излъчващата повърхност на тялото, а a_T зависи от материала, вида и състоянието на излъчващата повърхност.

Топлинната мощност може да се определи като при различни стойности на тока i се отчита напрежението U . Пресмята се съпротивлението $r_i = U / i$ за всички стойности на тока. От закона $r_i = r_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$ за стойност на тока $i = 0,1 \text{ A}$ се изчислява $r_0 = r_i / (1 + 4,82 \cdot 10^{-3} t + 6,76 \cdot 10^{-7} t^2)$. При останалите стойности се определя температурата на жичката в

ламбата $T = 10^3 \sqrt{1,47929(r_i / r_0) + 11,23035} - 3292$ и отделената топлинна мощност $P = U i$. Построява се графиката $\ln P = f(\ln T)$ и се изчислява степенният показател в закона на Стефан – Болцман като $n = \tan \alpha = \Delta \ln P / \Delta \ln T$.

4. Експериментални задачи:

Определяне на съпротивлението на жичката на ламбата при 0°C.

Определя се съпротивлението при много малка стойност на тока (0,1 A), т.е. при стайна температура и по формулата се определя r_0 .

Проверка на закона на Стефан–Болцман.

От графичната зависимост $\ln P = f(\ln T)$ се определя наклонът на правата, който е и степенният показател в закона.

5. Въпроси за самоподготовка:

Какво представлява топлинното излъчване?

От какво зависи интегралната излъчвателна способност на абсолютно черно тяло?

Защо определяме съпротивлението при 0°C от измерване при много малък ток?

Защо използваме зависимостта $\ln P = f(\ln T)$, а не $P = f(T)$ за определяне на степенния показател в закона?

6. Опитни данни:

$i = 0,1 \text{ A}$

$U_{0,1} =$

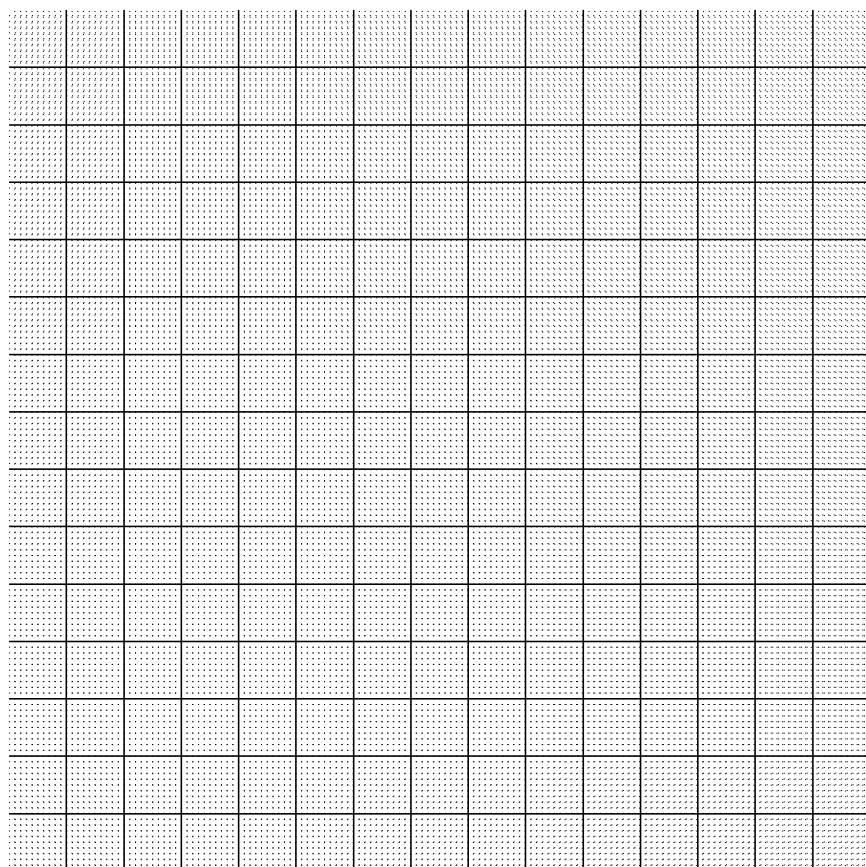
$t =$

$r_t =$

$r_0 =$

					X			Y
$i \text{ [A]}$	$U \text{ [V]}$	$r_t \text{ } [\Omega]$	r_t / r_0	$T \text{ [K]}$	$\ln T$	$P \text{ [W]}$		$\ln P$
1,1								
1,3								
1,5								
1,7								

7. Резултати и преценка на точността:



$\tan \alpha =$

$n =$

Подпис на студента:

Дата

Подпис на асистента: