

ПРОТОКОЛ IV

МОЛЕКУЛНА ФИЗИКА

**Измерване на специфичен  
топлинен капацитет по метода  
на охлаждането**

**Лабораторно упражнение №3.10**

**Виолета Кабаджова,  
ККТФ, фак. номер: ЗРН0600026**

Физически Факултет,  
Софийски Университет "Св. Климент Охридски"  
4 април 2023 г.

# 1 Теоритична част

При охлаждането на нагрят образец в околната среда се отделя топлина през повърхността му, равна количествено на израза във формула 1, където  $Q$  е количеството топлина,  $\alpha$  - коефициентът на топлоотдаване,  $T$  - температурата на повърхността на образца,  $T_0$  - температурата на околната среда. Количеството топлина, отделено от цялата повърхност на едно тяло обаче, при малки геометрични размери е равно на количеството топлина, отделена от обема на това тяло, изразено чрез формула 2, където  $c$  е специфичният топлинен капацитет,  $\rho$  - плътността на изследвания образец, а  $V$  - обемът му. Следователно бихме могли да приравним тези два израза, получавайки формула 3.

$$Q = \int_S \alpha(T - T_0) dS \quad (1)$$

$$Q = c\rho \frac{dT}{dt} V \quad (2)$$

$$c\rho \frac{dT}{dt} V = \alpha(T - T_0) S \quad (3)$$

Разполагайки с два образца, параметрите на единия от които знаем, бихме могли да определим специфичния топлинен капацитет  $c$  на даден метал без да се знае коефициента  $\alpha$ . Когато те са с еднаква форма и повърхност ( $S_1 = S_2$ ) и са заглети до една и съща температура ( $T_1 = T_2$ ), охлаждайки се в една и съща околна среда, то тогава се получава формула 4, откъдето следва работната формула 5.

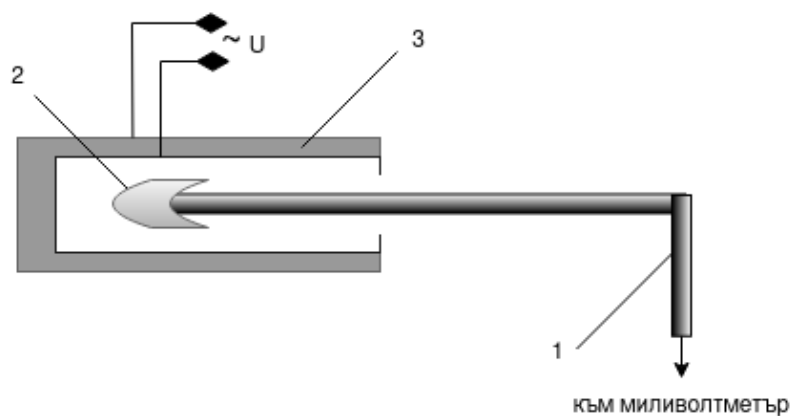
$$\frac{c_1 \rho_1 \left(\frac{dT}{dt}\right)_1 V_1}{c_2 \rho_2 \left(\frac{dT}{dt}\right)_2 V_2} = \frac{c_1 m_1 \left(\frac{dT}{dt}\right)_1}{c_2 m_2 \left(\frac{dT}{dt}\right)_2} = 1 \quad (4)$$

$$c_1 = \frac{c_2 m_2 \left(\frac{dT}{dt}\right)_2}{m_1 \left(\frac{dT}{dt}\right)_1} \quad (5)$$

## 2 Експериментална част

### 2.1 Експериментална установка

На фиг. 1 е илюстрирана схема на опитната установка. Нагриването на образците се осъществява посредством пещ, а измерването на темпера-



Фигура 1: Схема на опитна постановка: 1 - термодвойка, 2 - метален образец, 3 - пещ

турата - чрез термодвойка.

## 2.2 Задача: Получаване на кривата на охлаждане $T_2(t)$ за еталонен меден образец и $T_1(t)$ за изследван железен образец

На фиг. 2 и 3 са показани съответно графиките на охлаждане на медения ( $414\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $86\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и железния ( $419\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $86\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) образец.

## 2.3 Задача: Измерване скоростите на охлаждане при температура $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ за еталонния и изследвания образец

Скоростта на охлаждане на образците определяме чрез разликата между петото и тринайсетото измерване (диапазона около  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  за двете криви:  $300 \pm 42\text{ }^{\circ}\text{C}$  за  $T_1$  и  $300 \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  за  $T_2$ ), разделено на разликата на времената за съответните измервания:

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_1 = \frac{T_{1-2} - T_{1-1}}{t_2 - t_1} = \frac{343 - 258}{(10 - 5) \cdot 15} = 0.807^\circ C/s$$

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_2 = \frac{T_{2-2} - T_{2-1}}{t_2 - t_1} = \frac{355 - 256}{(10 - 5) \cdot 15} = 0.708^\circ C/s$$

N	T <sub>1</sub> , °C	T <sub>2</sub> , °C
5	343	355
6	331	336
7	324	321
8	321	309
9	307	297
10	290	285
11	283	273
12	261	263
13	258	256

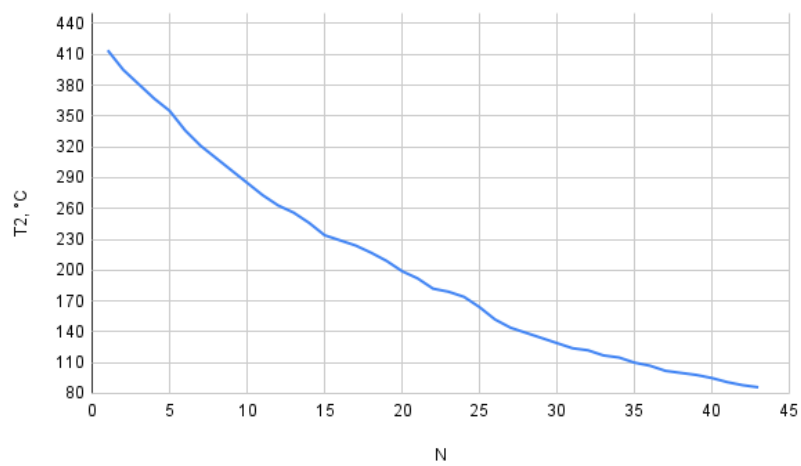
Таблица 1: Измервания за медния и железния образец през време  $t=15s$  в температурен диапазон около  $300^\circ C$

Относителната графична грешка за  $\left(\frac{dT}{dt}\right)$  определяме посредством формула 6, където  $T_5^*$  и  $T_{13}^*$  са стойностите на съответно петото и тринайстото измерване.

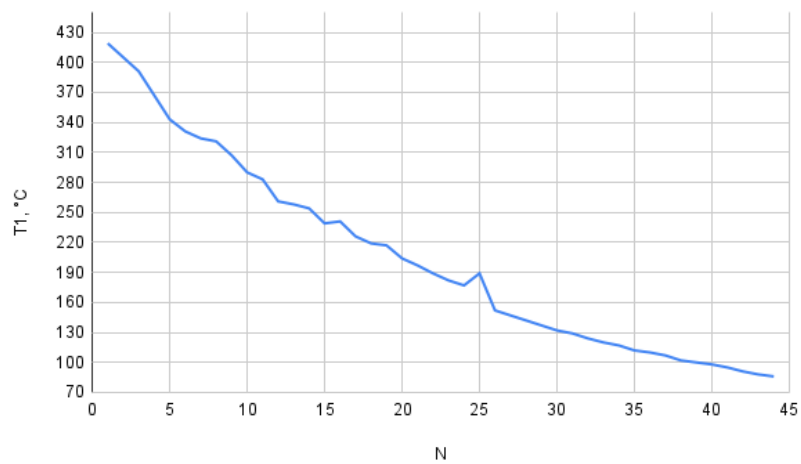
$$\frac{\Delta\left(\frac{dT}{dt}\right)}{\left(\frac{dT}{dt}\right)} = \frac{\Delta T_5^* + \Delta T_{13}^*}{T_5^* - T_{13}^*} + \frac{\Delta t_{13} + \Delta t_5}{t_{13} - t_5} \quad (6)$$

## 2.4 Задача 4: Измерване специфичния топлинен капацитет на изследвания метал

Специфичния топлинен капацитет на желязото пресмятаме по формула 5, като получаваме  $c_1 = 473 \pm 44 \frac{J}{kg.K}$



Фигура 2: Крива на охлаждане  $T_2(t)$  за меден образец



Фигура 3: Крива на охлаждане  $T_1(t)$  за железен образец