

	<h1>Wyznaczanie ciepła właściwego metodą ostygnięcia</h1>	<h1>C3</h1>
---	---	-------------

Przyrządy:

Łącznia wodna, 2 kalometry z mieszadłami i 2 termometrami, stoper, waga, bibuła.

Informacje:

Korzystając z prawa ostygnięcia podanego przez Newtona można dojść do następujących zależności określających zmiany temperatury z czasem:

$$\ln (T - T_0) = - \frac{hS}{cm} t + b \quad (1)$$

lub

$$T - T_0 = b \exp \left[\frac{-hS}{cm} t \right] \quad (2)$$

T_0 – temperatura otoczenia

T – temperatura stygnącego ciała

S – pole powierzchni stygnącego ciała

m – masa ciała

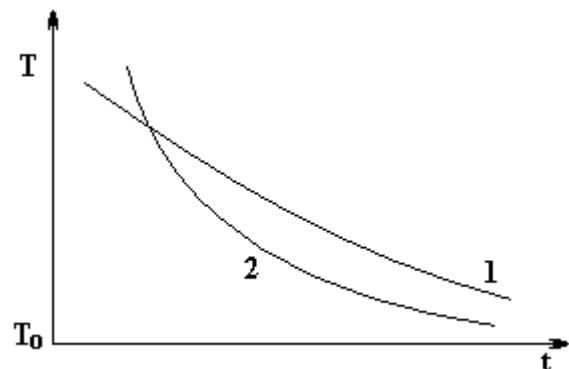
c – ciepło właściwe ciała

h – współczynnik określający własności powierzchni stygnącej

Z zależności (2) wynika, że różnica temperatur między ciałem i otoczeniem maleje w sposób wykładniczy. Obrazem graficznym zależności (1) jest linia prosta o nachyleniu

$$a = - \frac{hS}{c.m}$$

przecinająca oś rzędnych w punkcie b .



Wykres 1

Ostygnięcie można wykorzystać do pomiaru ciepła właściwego obserwując stygnięcie dwóch ciał o identycznych powierzchniach, ale różnych ciepłach właściwych c_i i masach m_i ($i = 1, 2$).

Nieznane ciepło właściwe można wtedy wyznaczyć z zależności :

$$c_1 = c_2 \frac{a_2}{a_1} \cdot \frac{m_2}{m_1} \quad (3)$$

gdzie a_i ($i = 1, 2$) stanowią wartości odpowiednich współczynników nachylenia prostych opisujących stygnięcie.

Kolejność wykonywanych czynności:

1. Włączyć wagę. Odczekać, aż waga się wytaruje (po serii testów na jej polu odczytowym pojawi się ciąg zer). Jeśli wyświetlacz pustej wagi nie wskazuje „0”, należy ją wyzerować ręcznie. Służy do tego przycisk „0” (piąty od lewej).
2. Zważyć kolejno dwa puste kalorymetry (**tylko wewnętrzne naczynia, bez pokrywek**). Pomiar powtórzyć trzy razy i uśrednić go. **UWAGA – kalorymetry są oznaczone odpowiednio literą „G” i „W”**.
3. Do jednego kalorymetru nalać wodę, a do drugiego glicerynę w ilości min. 2/3 ale nie więcej niż 3/4 objętości kalorymetru.
4. Zważyć kolejno napełnione kalorymetry. Pomiar powtórzyć trzy razy i uśrednić go.
5. Oba kalorymetry włożyć do łaźni wodnej (tylko naczynia wewnętrzne z mieszadłami). Umieścić w nich termometry. **UWAGA – termometry są oznaczone odpowiednio literą „G” i „W”**. Podgrzewać ciecze do temperatury około 50°C.
6. Po osiągnięciu tej temperatury przez obie ciecze wyjąć kalorymetry z łaźni i wstawić do zewnętrznych osłon i przykryć pokrywkami.
7. Odczekać kilka minut (cały czas mieszając obie ciecze w kalorymetrach) a następnie włączyć stoper i odczytywać co 5 min. temperaturę wody T_w i gliceryny T_g . Pomiar zmiany temperatury przeprowadzać przez godzinę.
8. Odczytać na termometrze temperaturę otoczenia T_0 .
9. Wyniki pomiarów przedstawić w tabeli :

Tabela 1

T_w	$T_w - T_0$	T_g	$T_g - T_0$	$\ln (T_w - T_0)$	$\ln (T_g - T_0)$
[K]	[K]	[K]	[K]	[-]	[-]

$T_0 = \dots\dots\dots$

$m_w = \dots\dots\dots$

$m_g = \dots\dots\dots$

10. UWAGA – po zakończeniu ćwiczenia gliceryną należy zlać do butelki przez lejek. Czynność tę wykonujemy nie na stanowisku pracy, ale w zlewie znajdującym się w pomieszczeniu. Po zlaniu całej gliceryny butelkę oczyścimy papierowym ręcznikiem z ewentualnych jej resztek.

11. Obliczyć masę wody i masę gliceryny .

12. Sporządzić wykresy $T - T_0 = f (t)$ oraz $\ln (T - T_0) = f (t)$ dla wody i dla gliceryny.

13. Zastosować metodę regresji liniowej do obliczenia a_w i a_g prostych:

$$\ln (T_w - T_0) = - a_w t + b$$

oraz

$$\ln (T_g - T_0) = - a_g t + b'$$

Obliczyć również odchylenia standardowe S_{a_w} oraz S_{a_g} .

14. Obliczyć ciepło właściwe gliceryny przy pomocy wzoru (3) .

15. Obliczyć niepewność maksymalną wyznaczonego ciepła właściwego gliceryny.

Wymagania:

- sposoby przenoszenia ciepła [6]
- prawo ostygnięcia, wyznaczanie ciepła właściwego metodą ostygnięcia, wyprowadzenie wzorów wykorzystanych w ćwiczeniu [1, 6]