

Temat: Wyznaczanie współczynnika rozszerzalności liniowej metalu

I. Literatura:

- M. Skorko, Fizyka, PWN, W-wa 1975.
- R. Resnick, D. Halliday, Fizyka t.1, PWN
- Praca zbiorowa pod redakcją T. Rewaja, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki w politechnice.
- [http://labor.zut.edu.pl/fileadmin/Woda-t\(p\).pdf](http://labor.zut.edu.pl/fileadmin/Woda-t(p).pdf)
- Instrukcja obsługi suwmiarki: <http://labor.zut.edu.pl/> w zakładce INSTRUKCJE

II. Tematy teoretyczne:

- Rozszerzalność termiczna ciał stałych, zastosowanie modelu drgań anharmonicznych do opisu tego zjawiska, zależność temperatury wrzenia wody od ciśnienia.
- Zasada działania suwmiarki, oraz mikrometru.

III. Metoda pomiarowa:

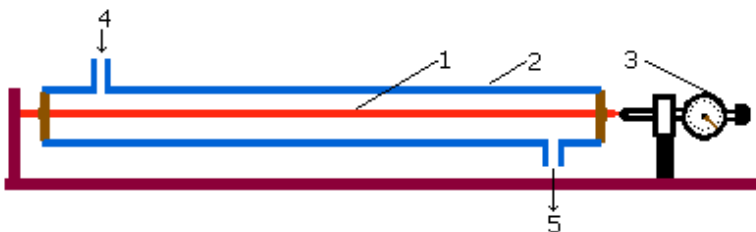
Współczynnik rozszerzalności liniowej wyznaczamy w oparciu o zależność:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta t}$$

gdzie: l_0 - długość początkowa,
 Δt - różnica temperatur,
 Δl - wydłużenie

IV. Zestaw przyrządów:

Do pomiaru zmiany długości wykorzystujemy przyrząd zwany *dylatometrem*:



- 1-Badany pręt,
- 2-Płaszcz szklany,
- 3-Miernik wydłużenia,
- 4-Wlot pary,
- 5-Wylot pary i skroplonej wody.

Do pomiaru długości prętów użyć suwmiarki 400mm.

V. Wykonanie ćwiczenia:

- Zmierzyć długość pręta l_0 i temperaturę początkową T_0 . (przyjąć, że jest taka sama jak temperatura pomieszczenia)
- Wstawić badany pręt do dylatometa tak, aby lewą stroną opierał się o ściankę, a prawą o trzpień miernika wydłużenia,
- Połączyć rurką gumową wlot pary (4) z kolbą z wodą. Sprawdzić czy kolba jest napełniona wodą co najmniej do 1/3 swej objętości. W razie potrzeby poprosić o uzupełnienie zawartości kolby wodą destylowaną.
- Włączyć ogrzewanie wody (grzałka zasilana jest z sieci przez autotransformator: pokrętko autotransformatora przekręcić w prawo na tyle, na ile pozwala ograniczenie, w razie potrzeby wcisnąć przycisk automatycznego bezpiecznika w stole laboratoryjnym),
- Odczytać wskazanie początkowe S_0 czujnika wydłużenia (3)- obracając jego tarczą można dobrać dowolne wskazanie początkowe, np. równe zero,
- Odczytać z barometru ciśnienie atmosferyczne i z tabeli temperaturę wrzenia wody T przy tym ciśnieniu [patrz: Literatura, pozycja **c** (tabela XIX) lub pozycja **d**(link przy opisie ćwiczenia)],

- f) Poczekać, aż woda w kolbie będzie wrzała i odczytać maksymalne wskazanie S miernika wydłużenia,
 g) Wyłączyć ogrzewanie wody i wyjąć pręt z dylatometru posługując się rękawicą.
 h) Poczekać, aż z wylotu rurki przestanie wylatywać gorąca para . Powtórzyć czynności od **a** do **g** dla pozostałych prętów.
 i) Wyniki umieścić w tabeli:

Rodzaj pręta	$l_0[m]$	$\bar{l}_0[m]$	$S_0 \times 10^5 [m]$	$S \times 10^5 [m]$	$\Delta l = S - S_0 [m]$	$\alpha [K^{-1}]$	$u(\alpha) [K^{-1}]$
Mosiądz							
Glin							
Stal							
$T_0 = \dots\dots\dots$		$p = \dots\dots\dots$		$T = \dots\dots\dots$		$\Delta T = T - T_0 = \dots\dots\dots$	

$$\Delta(T_0) = \dots\dots\dots$$

$$\Delta(l_0) = \dots\dots\dots$$

j) Zapisać dokładność termometru $\Delta(T_0)$ (czyli niepewność maksymalną dla pomiaru temperatury w pomieszczeniu) oraz dokładność użytej suwmiarki $\Delta(l_0)$ (czyli niepewność maksymalną dla pomiaru długości pręta).

k) Wyznaczyć niepewności typu B dla T, T_0 i l_0 : $u_B(T_0) = \frac{\Delta(T_0)}{\sqrt{3}}$, $u_B(T) = \frac{\Delta(T)}{\sqrt{3}}$ $u_B(l_0) = \frac{\Delta(l_0)}{\sqrt{3}}$

$\Delta(T)$ - to dokładności wyznaczenia temperatury wrzenia wody na podstawie tabeli (tablica polecana w podpunkcie „e” podaje te temperatury z dokładnością 0,01°C)

Proszę zwrócić uwagę na podobieństwo oznaczeń:

$\Delta(T)$, $\Delta(T_0)$, $\Delta(l_0)$ to niepewności maksymalne T, T_0 i l_0 , zaś ΔT , Δl to różnice $\Delta T = T - T_0$ i $\Delta l = l - l_0$

VI. Opracowanie wyników pomiarów:

a) Obliczyć współczynniki rozszerzalności liniowej dla wszystkich prętów ze wzoru

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta T}$$

b) Obliczyć niepewności pomiarowe ze wzoru:

$$u(\alpha) = \alpha \cdot \sqrt{\frac{u_B^2(\Delta l)}{(\Delta l)^2} + \frac{1}{l_0^2} \cdot [u_A^2(l_0) + u_B^2(l_0)] + \frac{u_B^2(\Delta T)}{(\Delta T)^2}}$$

$$u_A(l_0) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (\bar{l}_0 - l_i)^2}{3 \cdot 2}} \quad (\text{dla 3 pomiarów długości}); \quad u_B(\Delta T) = u_B^2(T) + u_B^2(T_0)$$

c) Porównać otrzymane wyniki z tablicowymi. W tym celu odczytać w tablicach współczynniki rozszerzalności liniowej dla stali, glinu i mosiądzu.