

## Ostygnięcie Prawo ostygnięcia Newtona

Program: **Coach 6**

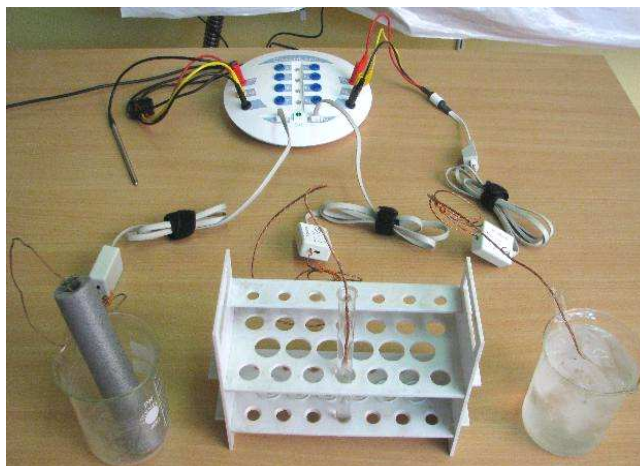
Projekt: **CMA Coach Projects\**

**PTSN Coach 6\Termodynamika\**

**Ostygnięcie.cma**

### Cel ćwiczenia:

- Obserwacja zjawiska ostygnięcia..
- Analiza czynników decydujących o szybkości ostygnięcia.
- Poznanie prawa ostygnięcia Newtona



### Układ pomiarowy:

Cztery czujniki temperatury, trzy probówki tej samej wielkości oraz zlewka z wodą i lodem. Czujniki temperatury należy podłączyć do konsoli pomiarowej CoachLab II jak pokazano na zdjęciu. (Czujnikami mogą być: termopary 0135i zakres  $-20 \dots 110 \text{ }^{\circ}\text{C}$  - kalibracja "Termocouple nasza kalibracja" oraz czujnik 016 - kalibracja "Temperature sensor 016&bt". Termopary należy użyć do pomiaru temperatury wody w probówkach, a czujnika 016 do pomiaru temperatury otoczenia).

*Ustawienia parametrów pomiaru:*

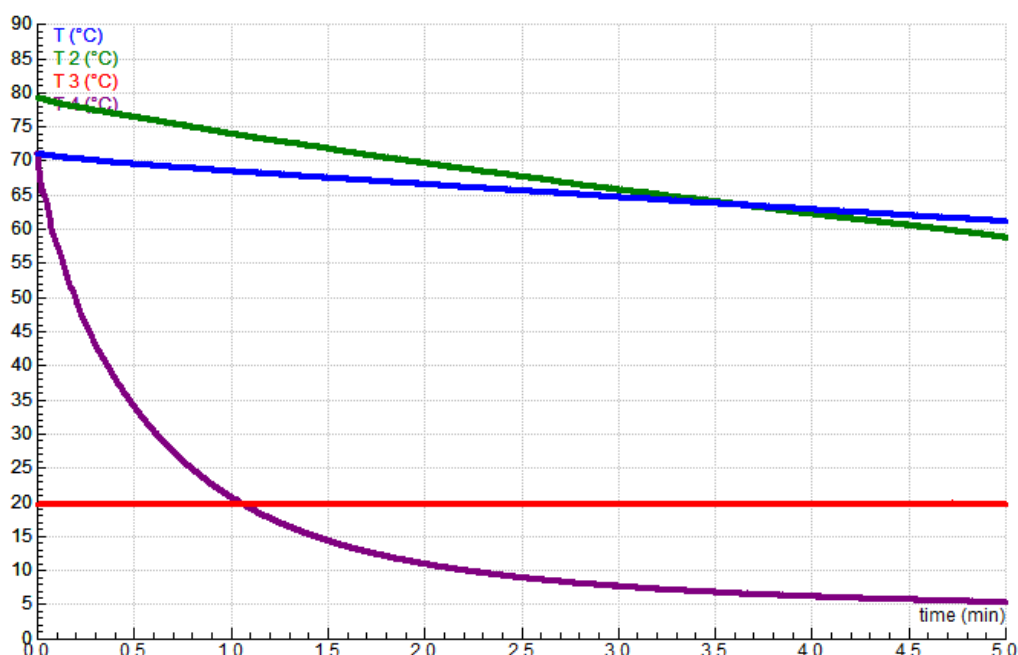


<i>czas pomiaru</i>	<i>10 min</i>
<i>częstotliwość próbkowania</i>	<i>30/min</i>

### Pomiar:

Przygotować trzy probówki. Ażeby osiągnąć możliwie wysokie temperatury początkowe wody w probówkach należy je odpowiednio ogrzać. Najlepiej to zrobić przez dwukrotne wlanie i wylanie wrzącej wody do każdej. Wszystkie probówki napełniamy gorącą wodą. Trzeba to zrobić bardzo szybko by jak najszybciej rozpocząć rejestrację. Pierwsza probówka jest postawiona w stojaku, druga włożona jest w izolator, natomiast trzecia jest zanurzona w menzurce wypełnionej wodą z lodem. Obserwujemy proces ostygnięcia. Wykonywane są wykresy zależności temperatury od czasu. Najlepiej, jeśli uda się zacząć pomiar od zbliżonej temperatury wody we wszystkich probówkach. Można zastosować automatyczne rozpoczynanie rejestracji (trygerowanie) np. na poziomie  $70^{\circ}\text{C}$ . Na wykresie otrzymujemy cztery krzywe; trzy odpowiadające zmianom temperatury w probówkach, oraz jedną pokazującą temperaturę otoczenia.

## Spostrzeżenia:



1. Szybkość spadku temperatury wody w probówkach zależała od różnicy temperatur pomiędzy gorącą wodą, a otaczającym probówkę ośrodkiem.
  - a) Początkowo, gdy różnica temperatur była większa ostygnięcie było szybsze.
  - b) W przypadku zastosowania zlewki z lodem, woda w probówce dużo szybciej ostygła (fioletowa linia) niż w probówce postawionej w stojaku (zielona linia), otoczonej powietrzem o temperaturze pokojowej (około 20°C).
2. Szybkość ostygnięcia zależy od rodzaju materiału oddzielającego ośrodki. Umieszczenie probówki w osłonie z izolatora spowolniło ostygnięcie (niebieska linia).
3. Dostatecznie długa obserwacja pozwala zauważyć, że temperatura wody w zlewce dąży do temperatury otaczającego ośrodka. Dla dwóch probówek jest to temperatura powietrza, dla trzeciej temperatura wody z lodem.

Można postawić tezę, że szybkość ostygnięcia jest proporcjonalna do różnicy temperatur pomiędzy ostygającym ciałem, a otoczeniem.

## Opracowanie:

Można pokazać, że eksperymentalną zależność temperatury wody od czasu da się opisać funkcją  $f(t) = ae^{-bt} + c$

*Dopasowanie funkcji:*

*Narzędzia*

*Process/Analyze*

*Function Fit*

*Wybrać kolumnę tabeli wyników np. Column: T1*

*Wybrać funkcję Function type: a Exp(b x)+c*

*Dobrać przybliżone wartości parametrów a, b, c, lub nacisnąć Estimate*

*Nacisnąć(dopasowanie funkcji) Refine.*

**Wyjaśnienie:**

Na podstawie takich samych obserwacji Izaak Newton sformułował prawo ostygnięcia. Prawo to zakłada, że szybkość utraty ciepła przez stygnące ciało jest proporcjonalna do różnicy temperatur między tym ciałem i otoczeniem.

$$dQ/dt = - a (T - T_s)$$

Ponieważ zmiana temperatury ciała jest proporcjonalna do utraconego ciepła  $dQ = m c dT$ , możemy napisać:

$$dT/dt = - k (T - T_s) , \text{ gdzie } k = a/mc \text{ określa szybkość stygnięcia.}$$

Rozwiązaniem tego równania różniczkowego jest funkcja opisująca stygnięcie:

$$T(t) = (T_0 - T_s) \exp(-kt) + T_s,$$

gdzie  $T_0$  jest temperaturą ciała w chwili rozpoczęcia pomiaru czasu ( $t = 0$ ), a  $T_s$  temperaturą otoczenia.

Otrzymana eksponentalna zależność jest zgodna z funkcją, którą udało się opisać obserwowane zależności eksperymentalne.