

Ostyganie

Prawo ostygania Newtona

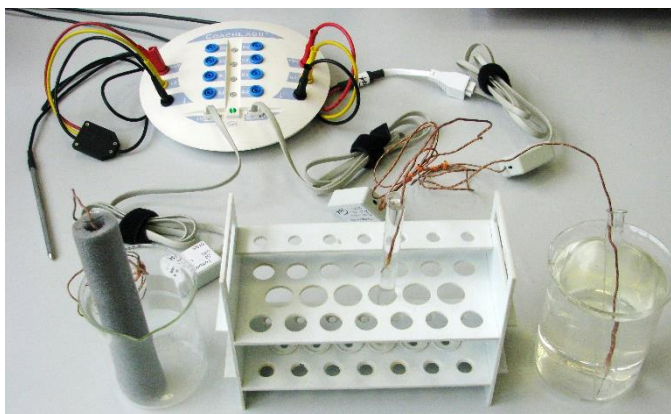
Program: Coach 7

Projekt: [\PTSN\(Dysk\)](#)

\Coach7\17Ostyganie

Ćwiczenie: *Ostyganie.cma7*

Przykłady wyników: *Ostyganie1.cmr7*,
Ostyganie2.cmr7



Cel ćwiczenia

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

Układ pomiarowy

Cztery czujniki temperatury, trzy probówki tej samej wielkości oraz zlewka z wodą i lodem. Czujniki temperatury należy podłączyć do konsoli pomiarowej *CoachLabII+* jak pokazano na zdjęciu. (Czujnikami mogą być: termopary *0135i* zakres - 20 .. 110 °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

Rodzaj: *Pomiar w funkcji czasu*

Czas pomiaru: *10 min.*

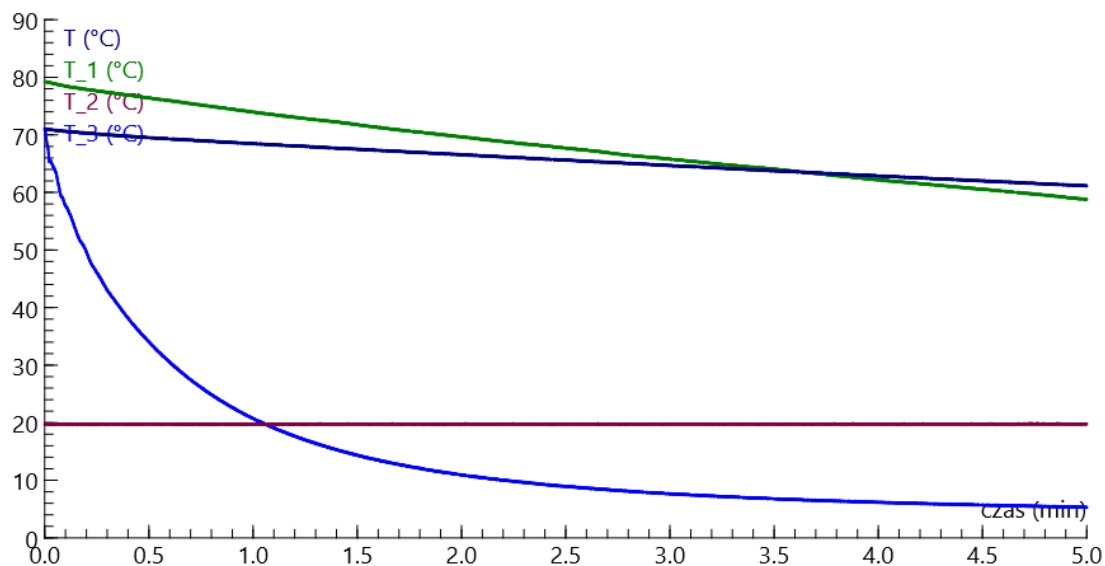
Częstotliwość: *30 na min.*

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 napelniamy gorącą

wodą. Trzeba to zrobić bardzo szybko by jak najszybciej rozpocząć rejestrację. Pierwsza próbówka jest postawiona w stojaku, druga włożona jest w izolator, natomiast trzecia jest zanurzona w menzurce wypełnioną 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 próbkach. Można zastosować automatyczne rozpoczęcie rejestracji (*Wyzwalanie*) np. na poziomie 70 °C. Na wykresie otrzymujemy cztery krzywe; trzy odpowiadające zmianom temperatury w próbkach, oraz jedną pokazującą temperaturę otoczenia.

Spostrzeżenia



- Szybkość spadku temperatury wody w próbkach zależała od różnicy temperatur pomiędzy gorącą wodą, a otaczającą próbkę ośrodkiem.
 - Początkowo, gdy różnica temperatur była większa ostygnięcie było szybsze.
 - W przypadku zastosowania zlewki z lodem, woda w próbce dużo szybciej ostygła (fioletowa linia) niż w próbce postawionej w stojaku (zielona linia), otoczonej powietrzem o temperaturze pokojowej (około 20 °C).
- Szybkość ostygnięcia zależy od rodzaju materiału oddzielającego ośrodki. Umieszczenie próbki w osłonie z izolatora spowolniło ostygnięcie (niebieska linia).
- Dostatecznie długa obserwacja pozwala zauważyć, że temperatura wody w zlewce dąży do temperatury otaczającego ośrodka. Dla dwóch próbek 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:

Utworzyć nowy wykres z eksperymentalną zależnością temperatury wody od czasu, którą chcemy opisać.

Narzędzia

Analiza i Przetwarzanie

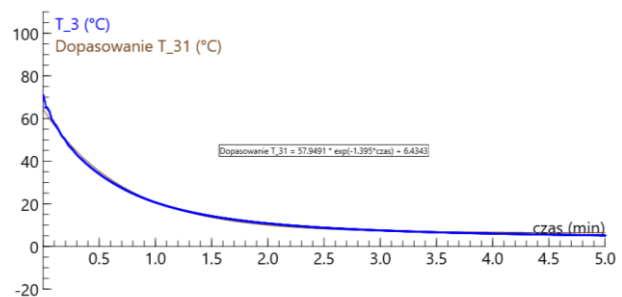
Dopasowanie funkcji

Rodzaj funkcji: $aexp(bx)+c$

Dobrać przybliżone wartości

parametrów a, b, c, lub nacisnąć *Szacuj*

Nacisnąć(dopasowanie funkcji): *Precyzuj*.



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:

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

Rozwiązaniem tego równania różniczkowego jest funkcja opisująca stygnięcie:

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

gdzie T_o 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.