

CO MA WSPÓLNEGO STYGNIĘCIE NACZYNNIA Z WODĄ Z ROZPADEM PROMIENIOTWÓRCZYM?

Mogę podpowiedzieć: ... to samo, co z rozładowaniem kondensatora przez opornik, poruszającą się „siłą rozpadu” łódką oraz zanikiem prądu elektrycznego w zwojnicy, której końce zwarto opornikiem.

Już wiecie? Oczywiście: ... wykładniczą zależność od czasu.

Szersze omówienie ciekawych zagadnień wiążących się z zastosowaniem funkcji wykładniczej w fizyce znajdziecie w jednym z najbliższych numerów «Delt».

Domyślcie się, że ze zrozumiałych względów będziemy się w naszych doświadczeniach zajmować pierwszym z wymienionych w tytule zjawisk.

Wykładnicza zależność od czasu wyrazi się wzorem:

$$T - T_1 = (T_0 - T_1) \cdot 10^{-t/\vartheta}$$

gdzie T jest temperaturą stygnącego ciała w chwili t , T_0 — jego temperaturą początkową, T_1 — temperaturą otoczenia, a ϑ — czasem, po którym różnica temperatur zmaleje 10-krotnie. Każdy sceptyk (a tylko z nich, mam nadzieję, składa się zbiór fizyków-amatorów) powie natychmiast:

BARDZO PIĘKNIE, LECZ ILE W TYM PRAWDY?

Odpowiedzieć na to pytanie można teoretycznie lub doświadczalnie.

Odpowiedź zupełnie teoretyczna:

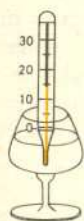
Wykładnicza zależność pochodzi z założenia, że przepływ ciepła na jednostkę czasu jest proporcjonalny do różnicy temperatur. Jest to prawdą w warunkach stacjonarnych, a więc przy stałym rozkładzie temperatur — wtedy ciepło nigdzie po drodze nam się nie „gubi”. Otrzymany wniosek — że temperatura zmienia się wykładniczo — nie zapewnia spełnienia założenia, przy jakim został wyprowadzony. Wobec tego nie należy się spodziewać, że jest on prawdziwy.

Odpowiedź teoretyka

z poczuciem rzeczywistości:

Założenie o stanie stacjonarnym nie jest spełnione, ale może stan stacjonarny jest dobrym przybliżeniem rzeczywistości. Byłoby tak, jeśliby czas ustalania się rozkładu temperatur w przegrodzie dzielącej ciało stygnące od otoczenia, a także wyrównywania się temperatury w samym cieple oraz w otoczeniu był krótki w porównaniu z charakteryzującym proces stygnięcia czasem ϑ . Należałoby więc znać wiele parametrów dotyczących układu fizycznego (przewodnictwo cieplne, ciepło właściwe, wymiary itd.), aby odpowiednie obliczenia pozwoliły znaleźć odpowiedź na postawione pytanie.

Odpowiedź doświadczalnika:



ZMIERZMY I ZOBACZMY

Układ doświadczalny jest prosty: małe naczynie z ciepłą lub zimną wodą i termometr. Ustawiamy całość w spokojnym miejscu (termometr oczywiście zanurzony w wodzie) i mierzymy temperaturę co parę minut. Radziłbym także wykonać drugi wariant doświadczenia: ogrzać lub oziębic sam termometr i notować jego wskazania w zależności od czasu. Wyniki przedstawiamy na wykresie. Posługujemy się w tym celu papierem półlogarytmicznym, na którym wykres funkcji wykładniczej ma kształt linii prostej (patrz «Delta», 1974, 10). Przy nanoszeniu wyników na wykres zaznaczamy błąd pomiaru. Jako błąd pomiaru temperatury ΔT przyjmujemy najmniejszą podziałkę termometru. Błąd pomiaru czasu będzie prawdopodobnie zaniedbywalny (1 s). Sprawdzamy następnie, czy przez naniesione punkty da się przeprowadzić prostą (w granicach dokładności pomiaru).

W wyniku przeprowadzonego doświadczenia otrzymujemy ostatecznie na postawione pytanie odpowiedź doświadczalną, którą musimy uzupełnić: „przy takich, a takich wartościach błędów pomiaru czasu i temperatury”. Bez takiego uzupełnienia odpowiedź doświadczalna nic nie znaczy. Rysunki poniższe przedstawiają przykłady odpowiedzi pozytywnej i negatywnej.

