

# XXIX OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP III

## Zadanie teoretyczne

### ZADANIE T3

Mamy do dyspozycji 1 l wody o temperaturze  $100^{\circ}\text{C}$  i 1 l wody o temperaturze  $0^{\circ}\text{C}$ . Poza tym dysponujemy różnego rodzaju naczyniami (dowolnej wielkości, o ściankach przewodzących ciepło lub nieprzewodzących – zależnie od potrzeby). Obie porcje wody są różnie zabarwione i nie wolno ich mieszać ze sobą.

Do jakiej granicznej temperatury można ogrzać wodę początkowo zimną, korzystając z wody początkowo gorącej i jak to zrobić? Straty ciepła pomijamy.

### ROZWIĄZANIE ZADANIA T3

Odpowiedź jest zaskakująca: wodę początkowo zimną można ogrzać do temperatury dowolnie bliskiej  $100^{\circ}\text{C}$ , a początkowo gorącą – ochłodzić do temperatury dowolnie bliskiej  $0^{\circ}\text{C}$ .

A oto sposób pozwalający ogrzać wodę początkowo zimną do temperatury  $80^{\circ}\text{C}$ . Najpierw budujemy wymiennik ciepła. Przygotowujemy w tym celu 10 jednakowych naczynek o łącznej pojemności znacznie mniejszej niż 1 l. Połowę z nich napełniamy wodą gorącą, a połowę zimną. Następnie wprowadzając te naczynka w kontakt cieplny z pozostałą wodą gorącą lub zimną, wodzie początkowo gorącej nadajemy temperatury:  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$  i  $100^{\circ}\text{C}$ , a wodzie początkowo zimnej temperatury:  $80^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$ . Przedstawiono to na rysunku 61 w kolumnie I. Lewa część tej kolumny przedstawia naczynka z wodą, która początkowo była gorąca, a prawa – z wodą, która na początkowo była zimna. Ponieważ łączna pojemność wszystkich naczynek jest dużo, dużo mniejsza niż 1 l, więc jest jasne, że po zbudowaniu wymiennika powstałe porcje wody nadal mają temperaturę niewiele różną od  $0^{\circ}\text{C}$  i  $100^{\circ}\text{C}$ .

Następnie z dowolnego naczynka z lewej kolumny wylewamy wodę o temperaturze  $20^{\circ}\text{C}$  jako maksymalnie wychłodzoną i wlewamy do niego wodę o temperaturze  $40^{\circ}\text{C}$ .

Wodę o temperaturze  $60^{\circ}\text{C}$  przelewamy do naczynia po wodzie o temperaturze  $40^{\circ}\text{C}$ . Do opróżnionego naczynia po wodzie o  $100^{\circ}\text{C}$  nalewamy nową porcję wody o  $100^{\circ}\text{C}$ . Podobnie postępujemy z naczynkami z prawej strony kolumny. Wodę o  $80^{\circ}\text{C}$  wylewamy jako maksymalnie ogrzaną. Na jej miejsce wlewamy wodę o  $60^{\circ}\text{C}$ , z kolei na miejsce wody o  $60^{\circ}\text{C}$  wlewamy wodę o  $40^{\circ}\text{C}$  itd. Do ostatniego opróżnionego naczynka wlewamy nową porcję wody o temperaturze  $0^{\circ}\text{C}$ . Otrzymaną sytuację przedstawiono na rysunku 61 w kolumnie II

Teraz naczynka narysowane na tym samym poziomie wprowadzamy w kontakt cieplny. Otrzymujemy sytuację zilustrowaną w kolumnie III.

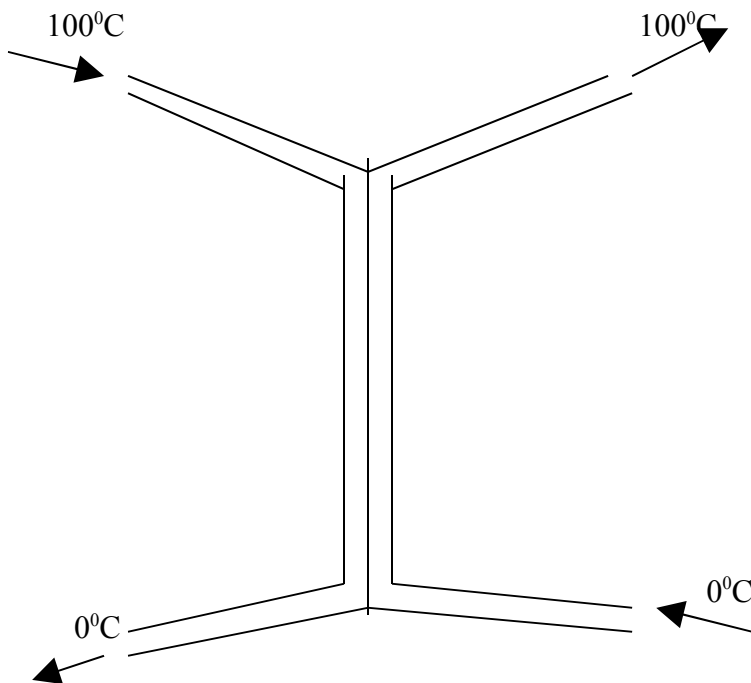
Ale kolumna III nie różni się niczym od kolumny I, mimo że przez wymiennik przepuściliśmy jedną porcję wody początkowo gorącej, ochładzając ją do temperatury  $20^{\circ}\text{C}$ .

W sposób, który opisaliśmy, możemy przepuścić następne porcje wody.

Gdybyśmy w każdej kolumnie mieli nie po 5, lecz po 10 naczynek, to moglibyśmy ogrzać zimną wodę do  $90^{\circ}\text{C}$ , a wodę gorącą ochłodzić do  $10^{\circ}\text{C}$ . Gdyby

w każdej kolumnie było po 100 naczynek, to uzyskalibyśmy temperatury  $99^{\circ}\text{C}$  i  $1^{\circ}\text{C}$  itd.

Wymiennik ciepła, który zbudowaliśmy z naczynek, ilustruje zasadę przeciwprądu szeroko wykorzystywaną w urządzeniach technicznych. W praktyce urządzenia takie działają w sposób ciągły, a nie dyskretny. Na przykład wymiennik ciepła stosowany w instalacji domowej działa tak, jak to schematycznie przedstawiono na rysunku 9. Warunkiem sprawnego działania takiego wymiennika jest oczywiście dobra wymiana ciepła między strumieniami wody po jednej i drugiej stronie ścianki, która je oddziela i brak strat ciepłych (izolacja otoczenia).



Rys.9

Źródło:  
Zadanie pochodzi z „Druk OF”

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie  
[www.of.szcz.pl](http://www.of.szcz.pl)