

ĆWICZENIE 23

WYZNACZANIE OBJĘTOŚCI PRZEPLYWAJĄCEJ KRWI METODĄ KALORYMETRYCZNĄ

Krew jest cieczą nieniutonowską, a zatem nie stosuje się do znanych praw przepływu cieczy nieniutonowskich. Ruch krwi w organizmie odbywa się pod wpływem rytmicznych skurczów serca w naczyniach krwionośnych o elastycznych ściankach. Krew w organizmach stałociężnych jest między innymi nośnikiem energii, która może być przekazywana na sposób ciepła. Fakt ten pozwala na przybliżony pomiar objętości przepływającej krwi przez kończynę metodą kalorymetryczną. Ilość ciepła oddanego przez przepływającą krew w dłoni.

$$\Delta Q_{kr} = \Delta Q_p$$

ΔQ_p - ilość ciepła pobranego przez wodę i kalorymetr, w którym umieszczono rękę.

Objętość przepływającej krwi w przedziale czasu obliczamy ze wzoru:

$$V_{kr} = \frac{(m_r c_r + m_v c_v + m_k c_k)(T_B - T_A)}{d_{kr} c_{kr} (T_C - T_{sr})}$$

m_r - masa ręki

c_r - ciepło właściwe ludzkiego ciała ($3,4 \times 10^3$ J/kg K)

m_v - masa wody

c_v - ciepło właściwe wody ($4,2 \times 10^3$ J/kg K)

m_k - masa kalorymetru

c_k - ciepło właściwe kalorymetru ($0,503 \times 10^3$ J/kg K)

d_{kr} - gęstość krwi ($1,6 \times 10^3$ kg/m³ - dla kobiet)

($1,5 \times 10^3$ kg/m³ - dla mężczyzn)

c_{kr} - ciepło właściwe krwi ($3,6 \times 10^3$ J/kg K)

T_A - temperatura po upływie $T_A = 10$ min

T_B - temperatura po upływie $T_B = 30$ min

$T_C = 310^\circ\text{K}$ – temperatura krwi

$T_{sr} = (T_A + T_B)/2$

$d_{sr} = 1,066 \times 10^3$ kg/m³

Zlewkę należy zważyć 3 razy.

Procent ogólnej ilości krwi tłoczonej przez serce a przepływającej w tym czasie przez rękę obliczmy ze wzoru:

$$p = \frac{V_{kr} \cdot 100\%}{(\tau_B - \tau_A)wn}$$

n - tętno serca (ilość skurczów serca na minutę)

w - objętość wyrzutowa serca (ok. 70 ml)

τ - czas odpowiadający punktowi A i B na wykresie.

W trakcie wykonywania ćwiczenia należy:

1. Znaleźć zależność temperatury $[T]$ badanego układu od czasu $[\tau]$.
$$T=f(\tau)$$
2. Zmierzyć objętość ręki $[V_r]$ a następnie obliczyć masę ręki.
3. Zmierzyć masę kalorymetru $[m_k]$ oraz wody $[m_w]$.
4. Obliczyć objętość $[V_{kr}]$ krwi przepływającej przez rękę.
5. Obliczyć $[p]$.
6. Pomiar 1-5 powtórzyć dwukrotnie.
7. Przeprowadzić analizę błędów.

Literatura:

1. *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki i biofizyki* pod redakcją Murkowskiego.