

Ćwiczenie Nr 111

Temat: *Wyznaczanie zależności temperatury wrzenia wody od ciśnienia.*

1. Literatura:

1. B. Jaworski, B. Dietlaf – Kurs fizyki, t.1, PWN, W-wa
2. E. Reif – Fizyka statystyczna, PWN, W-wa
3. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki na politechnice- praca zbiorowa pod redakcją T. Rewaja
4. B. Turczak - <http://labor.zut.edu.pl/wfc6.html>

2. Tematy teoretyczne:

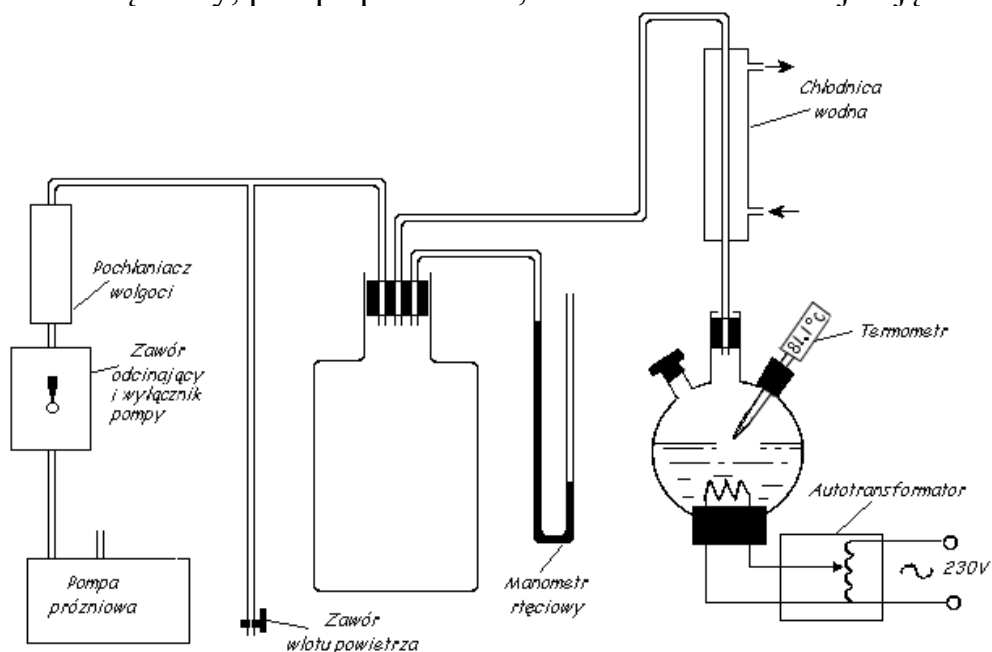
1. Parowanie cieczy, wrzenie, para nasycona(*) i nienasycona, ciepło parowania.
2. Zależność temperatury wrzenia wody od ciśnienia, punkt potrójny, punkt krytyczny, jednostki ciśnienia(**).

3. Metoda pomiarowa:

Za pomocą rotacyjnej pompy próżniowej wytwarzamy nad powierzchnią wody takie podciśnienie (w stosunku do aktualnie panującego ciśnienia atmosferycznego), aby doprowadzić wodę do wrzenia w temperaturze pokojowej. Następnie zwiększamy stopniowo ciśnienie, podgrzewamy wodę i mierzymy temperaturę wrzącej wody przy różnych wartościach ciśnienia.

4. Zestaw doświadczalny:

Kolba z wodą podgrzewana elektrycznie, autotransformator, termometr, manometr rtęciowy, pompa próżniowa, butla szklana o dużej objętości



6. Opracowanie wyników pomiarów:

a) Uzupełnić tabelę a następnie sporządzić wykres zależności $T=f(p)$,

b) Sporządzić wykres zależności $\ln p = f\left(\frac{1000}{T}\right)$ (*)

(p - liczbowa wartość ciśnienia wyrażonego w paskalach, T - liczbowa wartość temperatury wyrażonej w kelwinach)

c) metodą regresji liniowej wyznaczyć parametry a i b prostej:

$$\ln p = \left(-\frac{C_p}{1000R}\right) \cdot \left(\frac{1000}{T}\right) + (\ln A) \quad - \text{prosta typu:}$$
$$\begin{array}{ccccccc} \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \downarrow & & \\ y = & a & \cdot & x & + & b & \end{array}$$

oraz niepewności tych parametrów $u(a)$ oraz $u(b)$

d) Obliczyć molowe ciepło parowania C_p oraz niepewność jego wyznaczenia:

$$C_p = -1000 \cdot R \cdot a \quad u(C_p) = \sqrt{\left(\frac{\partial C_p}{\partial a}\right)^2 \cdot u^2(a)} = \frac{C_p}{|a|} \cdot u(a)$$

e) Porównać uzyskaną wartość C_p z danymi tablicowymi dla pary wodnej.

(*) przybliżona zależność ciśnienia pary nasyconej od temperatury dana jest wzorem Clausiusa-Clapeyrona $\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{C_p}{T \cdot \Delta V}$, którego uproszczonym rozwiązaniem jest: (patrz: Lit. 2, str. 316)

$$p = A \cdot e^{-\frac{C_p}{R \cdot T}} \quad \text{gdzie: } C_p - \text{molowe ciepło parowania}$$

$$R - \text{stała gazowa; } R = 8,31 \frac{J}{K \cdot mol}$$

A - pewna stała

Wykładnicza postać tego wzoru sugeruje, że wykres $\ln p = f\left(\frac{1000}{T}\right)$ powinien być linią prostą

(**) przeliczenia ciśnienia wyrażonego w [mm Hg] na paskale można dokonać według wzoru $p[Pa] = p[mmHg] \cdot \frac{101325 Pa}{760 mm}$