

Лабораторная работа 2.4.1

Определение теплоты испарения жидкости

Татаурова Юлия Романовна

27 марта 2024 г.

Цель работы:

- 1) измерение давления насыщенного пара жидкости при разной температуре;
- 2) вычисление по полученным данным теплоты испарения с помощью уравнения Клайперона-Клаузиуса.

Теоретические сведения

Теплоту парообразования вычислим по формуле Клайперона-Клаузиуса:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{L}{T(V_2 - V_1)} \quad (1)$$

где $V_2 = V$ - объем пара, V_1 - объем жидкости.

Запишем уравнение Ван-дер-Ваальса для насыщенного пара:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) \quad (2)$$

С учетом того, что b и a вносят небольшую погрешность, при данных давлениях и температурах можно записать:

$$V = \frac{RT}{P} \quad (3)$$

Однако с учетом того, что $V_1 \ll V_2$ получаем:

$$L = \frac{RT^2}{P} \frac{dP}{dT} = -R \frac{d(\ln P)}{d(1/T)} \quad (4)$$

Экспериментальная установка

Экспериментальная установка показана на рисунке ниже. В приборе 13 находится исследуемая жидкость 14. Давление насыщенных паров определяется по ртутному манометру 15.

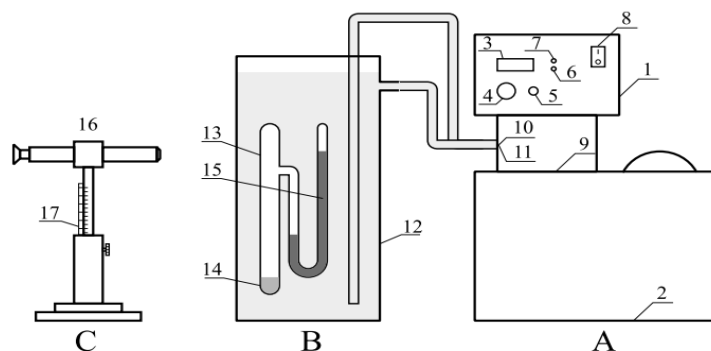


Рис. 1: Схема установки для поредления теплоты испарения

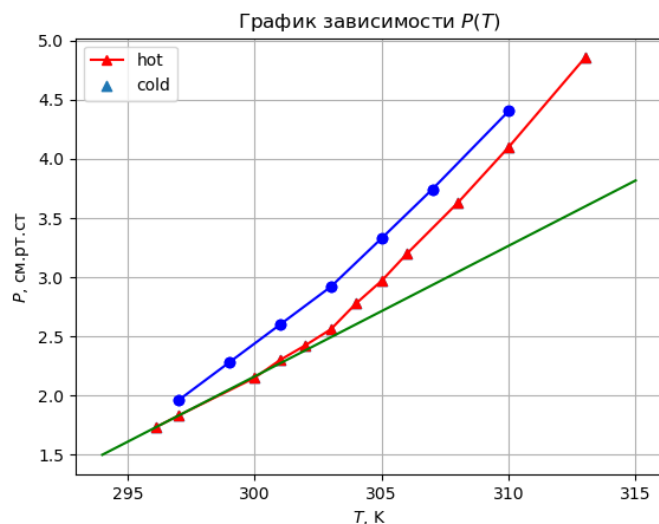
Экспериментальные данные

$T^{\circ}C$	23.14	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	37	40
P , мм.рт.ст	17.35	18.3	13.9	24.55	21.5	23	24.25	25.6	27.8	29.7	32	36.3	41	48.55

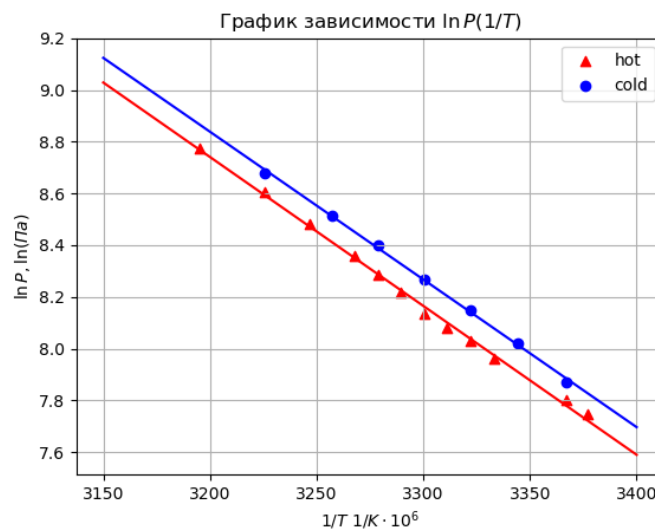
Таблица 1: Зависимость P от T при нагревании жидкости

$T^{\circ}C$	37	35.75	34	32	30	28	26	24
P , мм.рт.ст	44.05	46.6	37.45	33.3	29.2	26	22.8	19.6

Таблица 2: Зависимость P от T при охлаждении жидкости



(a) Зависимость P от T при нагревании жидкости



(b) Зависимость $\ln(P)$ от $\frac{1}{T}$

$T, \text{ K}$	296.57	300.5	302.5	304.5	307.0	311.5
$L1(T, P), \text{ Дж/моль}$	45295	50588	41186	50920	49309	45322
$\sigma_{L1}, \text{ Дж/моль}$	1271	1137	826	886	722	506

Таблица 3: Молярная теплоемкость и ее погрешность в случае нагревания, определенная по первому графику

$T, \text{ K}$	308.5	304.0	300.0
$L1(T, P), \text{ Дж/моль}$	42698	50379	49042
$\sigma_{L1}, \text{ Дж/моль}$	524	806	1005

Таблица 4: Молярная теплоемкость и ее погрешность в случае охлаждения, определенная по первому графику

Оценим погрешность:

$$\sigma_P = 0.5 \text{ мм}; \sigma_T = 0.01 \text{ K}$$

$$\sigma_{L1} = k1 \cdot \sqrt{\left(\frac{2RTdT}{P}\right)^2 + \left(\frac{RT^2dP}{P^2}\right)^2} \quad (5)$$

$$\sigma_{L2} = \sqrt{(R \ln PdT)^2 + \left(\frac{RTdP}{P}\right)^2} \quad (6)$$

Найдем значение теплоты парообразования с помощью первого графика:

$$L1_{\text{cp}} = 47.103 \pm 1.27 \text{ кДж/моль} (\approx 2\%)$$

Значение теплоты парообразования, найденное из второго графика:

$$L2_{\text{hot}} = 47.85 \pm 0.7 \text{ кДж/моль}, L2_{\text{cold}} = 47.46 \pm 0.7 \text{ кДж/моль}$$

Табличное значение теплоты парообразования воды: 41.4 кДж/моль