

Лабораторная работа 2.4.1
Определение теплоты испарения жидкости

Морозов Александр

7 февраля 2023 г.

1 Теоретическая справка

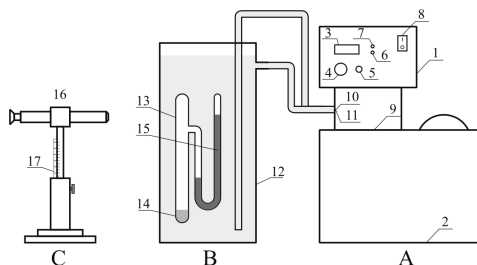


Рис. 1: Экспериментальная установка

В данной работе я вычислил теплоту испарения жидкости двумя способами:

1. Используя формулу Клапейрона-Клаузиуса

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

В дальнейшем для вычислений будут использованы величины из данной таблицы

	$T_{\text{кип}},$	$V_1,$	$V_2,$	$b,$	$a,$	$a/V^2,$
	К	10^{-6}	10^{-3}	10^{-6}	$\frac{\text{Па} \cdot \text{м}^6}{\text{моль}^2}$	кПа
Вода	373	$\frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$ 18	$\frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$ 31	$\frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$ 26	0,4	0,42

Можем пренебречь величиной V_1 по сравнению с V_2 (далее просто V)

2. Другой способ, более точный. В нем используется уравнение Ван-дер-Ваальса

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

Слагаемыми $\frac{a}{V^2}$ и b можем пренебречь, так как при давлениях ниже атмосферного они будут вносить незначительную ошибку, так что:

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

Подставляя (3) в (1), пренебрегая V_1 и разрешая уравнение относительно L , найдём

Таким образом

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

Эта формула является окончательной. Остальные неизвестные найдем как угловой коэффициент касательной к графикам

2 Вычисления и обработка данных

2.1 Получение экспериментальных данных

Последовательно повышая, а затем понижая температуру измерим уровни жидкости в обоих менисках, и температуру на датчике. По разности уровней жидкости рассчитаем давление, используя формулу $P = \rho_{рт} g \Delta h$. По полученным данным построим графики в координатах T , P и в координатах $1/T$, $\ln P$.

Опираясь на экспериментальные данные построим два графика:

1. График зависимости Давления от Температуры

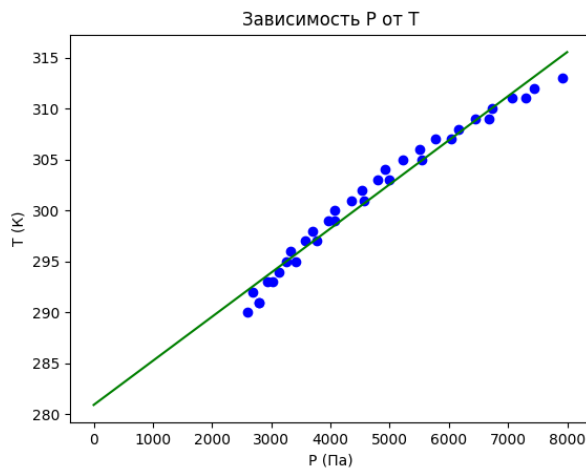
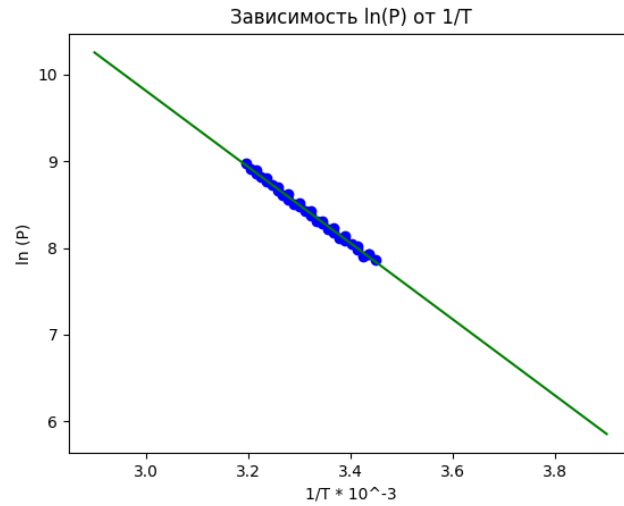


График зависимости $\ln(P)$ от $\frac{1}{T}$



2.2 Вычисление L первым способом

По формуле (4) вычислим L .

Вычислим наклон касательной в середине параболы. Посчитаем L в нескольких точках по формуле (1).

Таблица 1: Вычисление коэффициента L

$T, ^\circ\text{C}$	22	23	24	25	26	27	28	29
$L, \text{кДж/кг}$	2123	2415	2498	2217	2349	2314	2572	2537

Подсчитаем статистическую погрешность: $\sigma_{\text{ст}}L \approx 0,3\text{МДж/кг}$, то есть

$$L = (2,4 \pm 0,3)\text{МДж/кг}$$

2.3 2-ой способ

Воспользуемся вторым графиком. Теплота вычисляется как наклон аппроксимирующей прямой, домноженной на коэффициент, так что тут все проще. Не забываем также про статистическую погрешность штангенциркуля и термометра.

$$L = (2,33 \pm 0,05) \text{ МДж/кг}$$

Табличное значение: $L = 2,13 \text{ МДж/кг}$

3 Вывод

Измерение теплоты испарения вторым способом показало более высокую точность, так как в нем используется метод наименьших квадратов для прямого вычисления, в то время как в первом способе для точных (или не очень) вычислений нужно брать много дополнительных экспериментальных точек. Также во втором случае при вычислении задействуется меньше измеряемых величин, а значит точность выше.