

Отчет о выполнении лабораторной работы 2.4.1

Определение теплоты испарения жидкости

Тихонов Ярослав Б01-306

Март 2024

1 Аннотация

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

Оборудование: термостат, герметический сосуд, заполненный водой, отсчетный микроскоп.

2 Теория

Известно, что жидкость охлаждается при испарении вследствие обеднения ее быстрыми молекулами. Такое поведение описывается формулой Клапейрона-Клаузиуса:

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

L определяется из этой формулы путем расчета, остальные параметры можно получить экспериментально.

В нашем опыте объемом жидкости - V_1 можно пренебречь, по сравнению с объемом образовавшегося пара.

Для описания состояния газа объемом $V := V_2$ будем пользоваться моделью Ван-дер-Ваальса:

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

Из табличных данных, величиной b , по сравнению с V , тоже можно пренебречь.

Также можно пренебречь и поправкой a т.к. давления, при которых мы будем работать, ниже атмосферных.

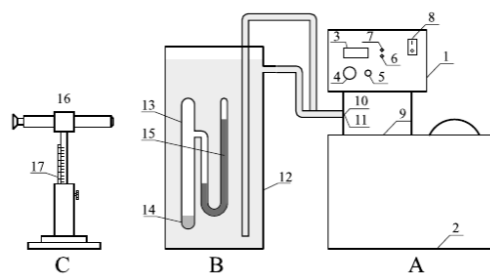
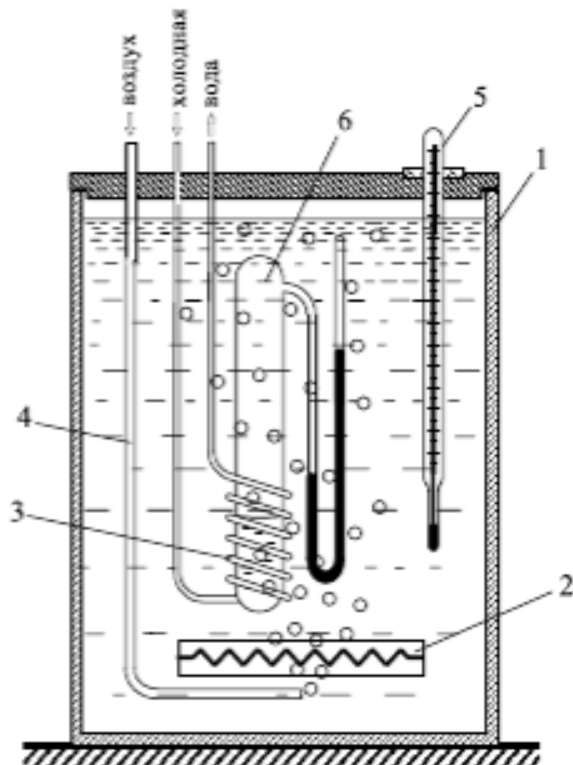
Пришли к уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$V = \frac{RT}{P}$$

В итоге получаем рабочую формулу:

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

2.1 Экспериментальная установка



3 Ход работы

Плавнo повышая температуру, мы снимали зависимость.

$T, ^\circ C$	$h, \text{ см}$	$h_0, \text{ см}$
40.0	9.24	4.35
39.0	9.2	4.36
38.02	9.1	4.43
37.15	8.93	4.59
35.15	8.77	4.78
34.15	8.6	4.88
33.06	8.44	5.0
32.05	8.35	5.05
31.06	8.27	5.18
30.2	8.17	5.27
29.05	8.09	5.36
28.07	7.97	5.45
27.07	7.91	5.5
26.12	7.84	5.56
25.18	7.74	5.67
24.27	7.64	5.73
23.32	7.56	5.84

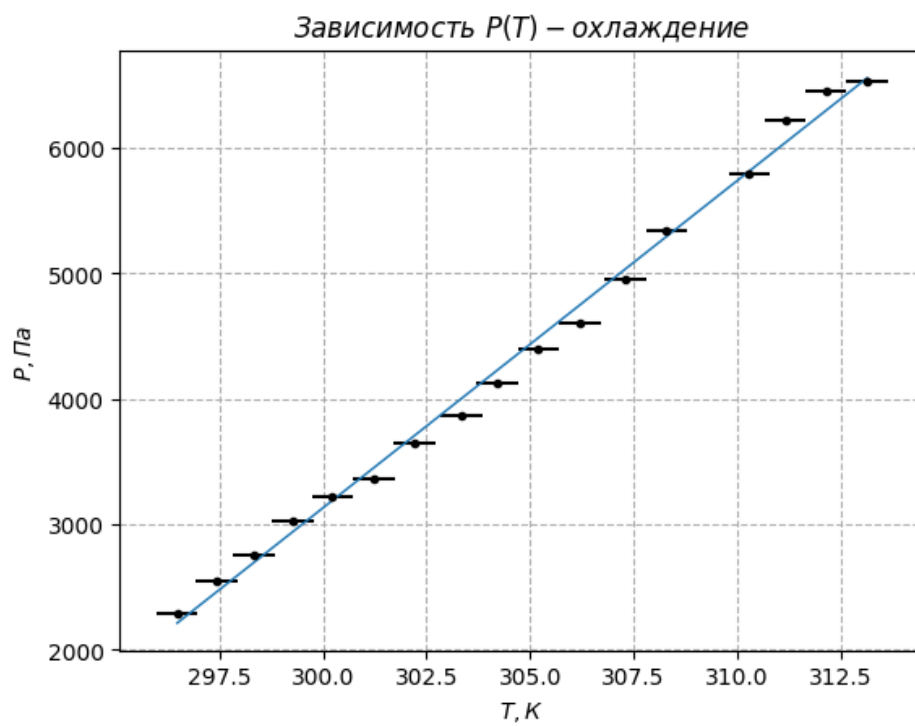
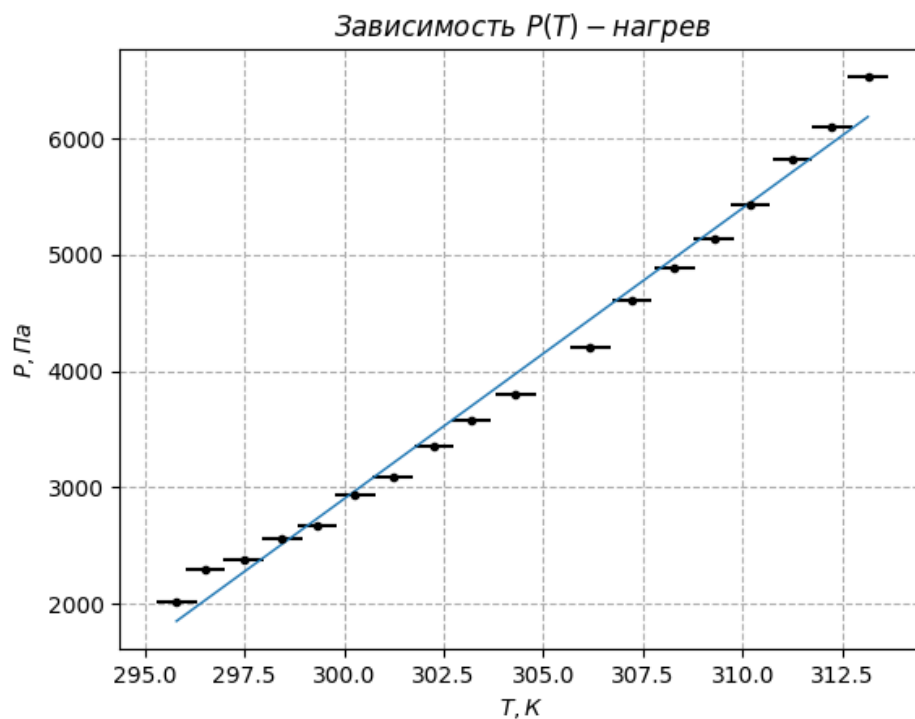
То же самое проделали и в обратную сторону, понижая температуру.

$T, ^\circ C$	$h, \text{ см}$	$h_0, \text{ см}$
40.0	9.24	4.35
39.0	9.2	4.36
38.02	9.1	4.43
37.15	8.93	4.59
35.15	8.77	4.78
34.15	8.6	4.88
33.06	8.44	5.0
32.05	8.35	5.05
31.06	8.27	5.18
30.2	8.17	5.27
29.05	8.09	5.36
28.07	7.97	5.45
27.07	7.91	5.5
26.12	7.84	5.56
25.18	7.74	5.67
24.27	7.64	5.73
23.32	7.56	5.84

4 Обработка измерений

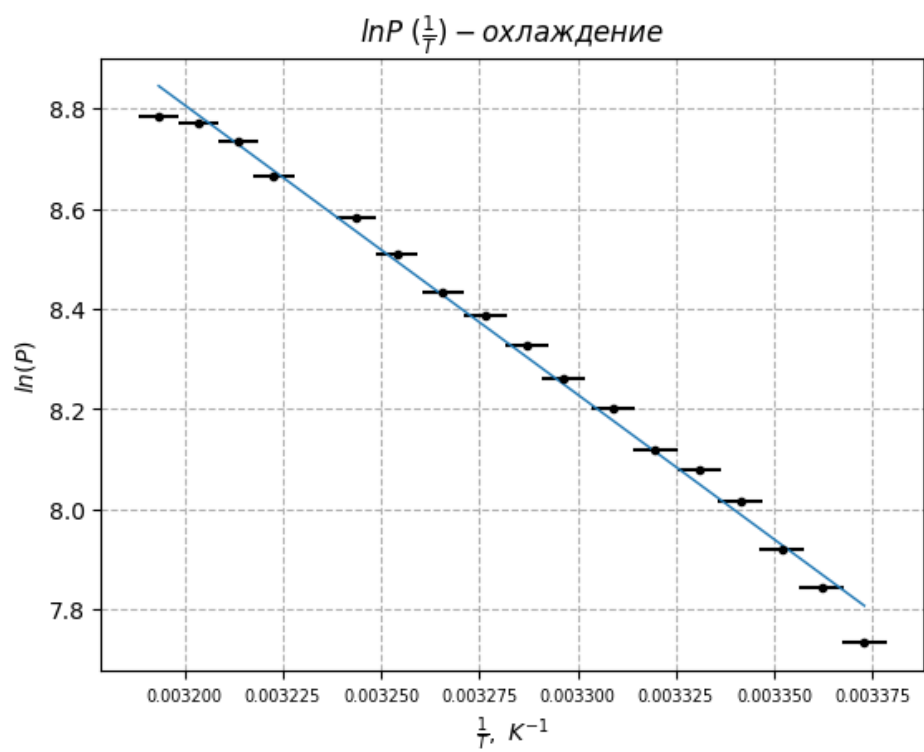
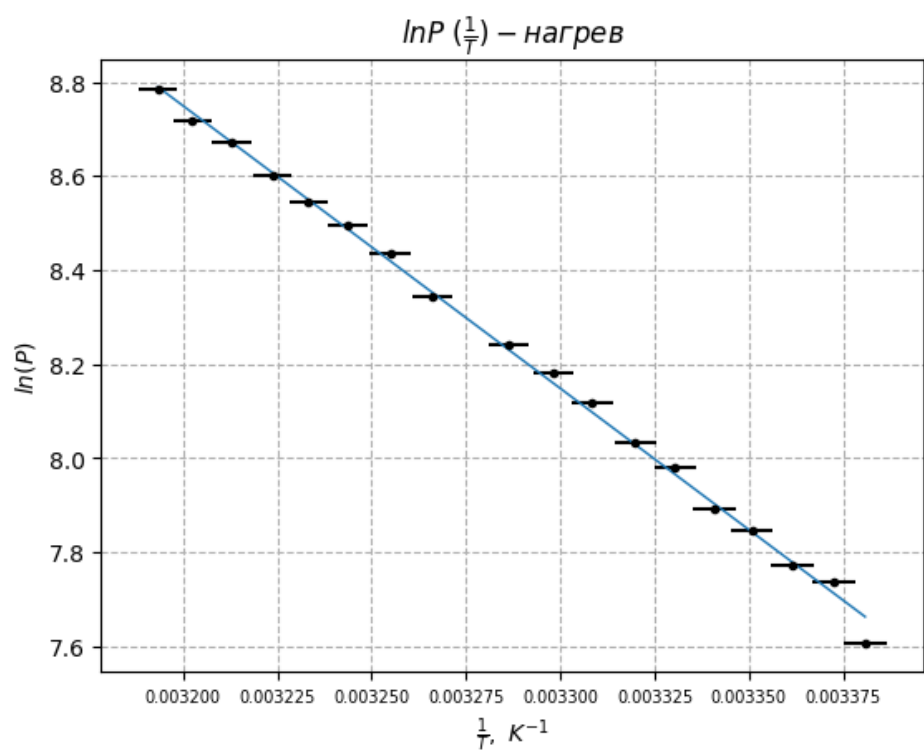
$P = \rho_{hg}g\Delta h$ - по этой формуле считали давление.

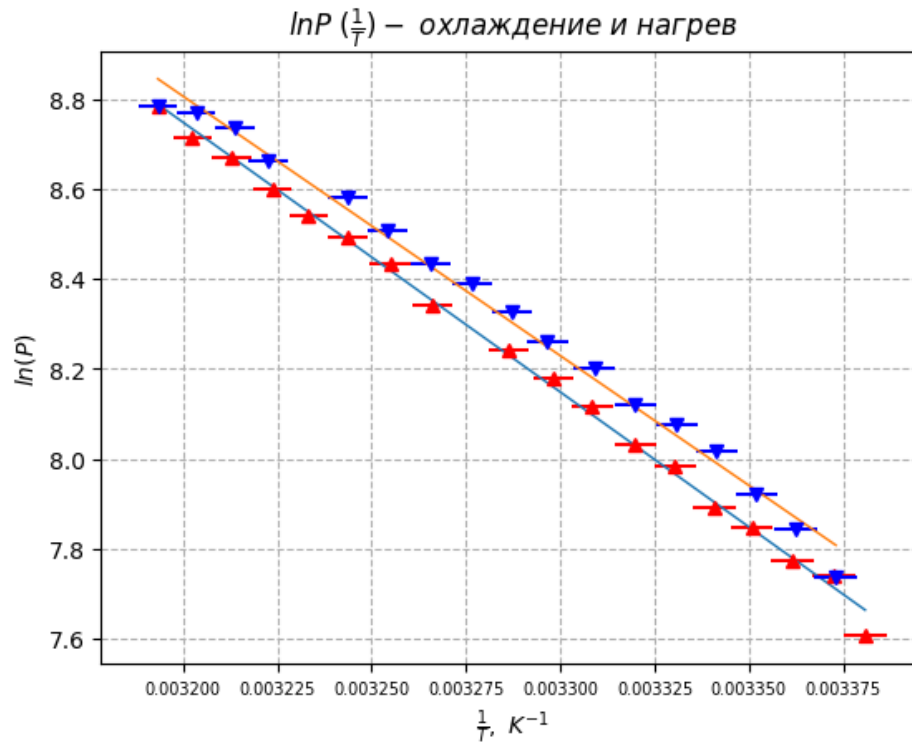
Аппроксимировали по МНК, погрешности считали из формулы для МНК и через частные производные.



Нагрев:
 $dP/dT = (249.79 \pm 6.98) \text{ Па/К}$ ($\varepsilon \approx 3\%$)
 Охлаждение:
 $dP/dT = (260.47 \pm 4.86) \text{ Па/К}$ ($\varepsilon \approx 1.86\%$)

Построили графики в логарифмических координатах и по их коэффициентам посчитали L :





Нагрев:
 $d(\ln P)/d(1/T) = (-6007.24 \pm 76.11) \text{ 1/моль } (\varepsilon \approx 1.27\%)$
 Охлаждение:
 $d(\ln P)/d(1/T) = (-5778.15 \pm 135.4) \text{ 1/моль } (\varepsilon \approx 2.34\%)$

Нагрев:
 $L = (49920.15 \pm 632.5) \text{ Дж/К } (\varepsilon \approx 1.27\%)$

Охлаждение:
 $L = (48016.39 \pm 1125.19) \text{ Дж/К } (\varepsilon \approx 2.34\%)$

Более точными оказались данные при нагреве.

$$\bar{L} = (48968.27 \pm 1125.47) \text{ Дж/К } (\varepsilon \approx 2.3\%)$$

5 Вывод

В ходе работы были измерены давления насыщенного пара жидкости (воды) при разной температуре и вычислены по полученным данным теплоты испарения с помощью уравнения Клапейрона-Клаузиуса.

Для двух процессов получили почти идентичные величины L , в среднем:

$$\bar{L} = (48968.27 \pm 1125.47) \text{ Дж/К } (\varepsilon \approx 2.3\%)$$