

# Отчёт о выполнении лабораторной работы 2.4.1

Гришаев Григорий С01-119

10 апреля 2022 г.

## Определение теплоты испарения жидкости

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

**В работе используются:** термостат; герметический сосуд, заполненный исследуемой жидкостью; отсчетный микроскоп.

## 1 Теоретические сведения

Теплоту парообразования жидкостей можно измерить непосредственно при помощи калориметра. Такой метод, однако, не позволяет получить точных результатов из-за неконтролируемых потерь тепла, которые трудно сделать малыми. В настоящей работе для определения теплоты испарения применен косвенный метод, основанный на формуле Клапейрона–Клаузиуса:

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

Здесь  $P$  — давление насыщенного пара жидкости при температуре  $T$ ,  $T$  — абсолютная температура жидкости и пара,  $L$  — теплота испарения жидкости,  $V_2$  — объем пара,  $V_1$  — объем жидкости. Найдя из опыта  $\frac{dP}{dT}$ ,  $T$ ,  $V_2$  и  $V_1$ , можно определить  $L$  путем расчета. Величины  $L$ ,  $V_2$  и  $V_1$  в формуле (1) должны относиться к одному и тому же количеству вещества; мы будем относить их к одному молю.

В нашем приборе измерения производятся при давлениях ниже атмосферного. В этом случае задача существенно упрощается.

С помощью уравнения Ван-дер-Ваальса можно получить зависимость  $P(T)$ , с помощью которой определить искомую величину:

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

В таблице ниже приведены все значения параметров различных жидкостей уравнения Ван-дер-Ваальса в условиях данного опыта. Откуда видно, что  $\frac{V_1}{V_2} < 0.005$ , а  $\frac{a}{PV_2^2} < 0.03$ , ошибка метода измерений равна 4%, тогда записав уравнение Клапейрона–Менделеева для насыщенного пара, получим:  $V = \frac{RT}{P}$ . Пренебрегая  $V_1$  (который не превосходит 0,5% от  $V_2$ ), запишем:

$$L = \frac{RT^2}{P} \frac{dP}{dT} = -R \frac{d(\ln P)}{d(1/T)} \quad (3).$$

Эта формула является окончательной.

Вещество	$T_{\text{кип}}$ К	$V_1,$ $10^{-6}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$	$V_2,$ $10^{-3}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$	$b,$ $10^{-6}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$	$a$ $\frac{\text{Па} \cdot \text{м}^6}{\text{моль}^2}$	$a/V_2^2$ кПа
Вода	373	18	31	26	0,4	0,42
$\text{CCl}_4$	350	97	29	126	1,95	2,3
Этиловый эфир	307	104	25	137	1,8	2,9
Этиловый спирт	351	58	29	84	1,2	1,4

## 2 Экспериментальная установка:

Схема установки изображена на рисунке 1. Установка включает термостат

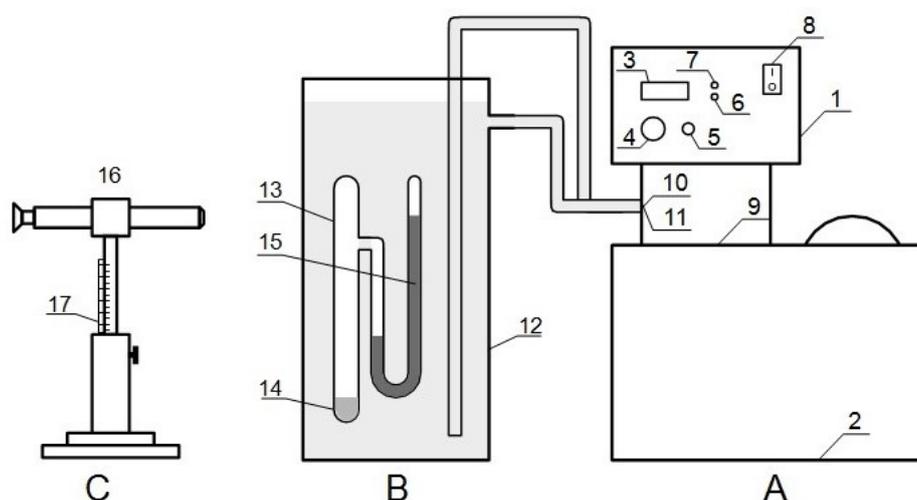


Рис. 1: Схема установки для определения теплоты испарения

## 3 Ход работы

1. Измерим разность уровней в ртутном U-образном манометре с помощью микроскопа и температуру по термометру.  $H$  - высота высокого колена,  $h$  - низкого. При этом будем настраивать микроскоп, так, чтобы каждый раз основание мениска было у метки прибора (в дальнейшем считаем, что высота мениска не меняется, не смотря на то что поверхностное натяжение ртути на самом деле зависит от температуры и высота немного должна меняться). Результаты представлены в таблицах 1 и 2. Под  $P_0$  подразумевается давление 1 мм рт.ст.

Погрешность определения температуры возьмём учитывая точность прибора и тот факт, что во время измерений уровней температура могла немного изменяться

$$\sigma_T = 0.2 \text{ K}.$$

Соответственно

$$\sigma_{\frac{1}{T}} = \frac{\sigma_T}{T^2} \text{ K}^{-1}.$$

Исследуемая жидкость - вода.

$h$ , мм	83.3	83.05	82.75	81.95	81.25	80.5	79.9	78.7	78.05	77.2	76.55	76.00	74.8
$H$ , мм	109.1	109.35	110.2	110.8	111.65	112.4	113.5	114.2	115.3	116.0	117.1	117.7	118.5
$t$ , °C	22.04	23.01	24.00	25.04	26.00	27.03	28.02	29.05	30.03	31.04	32.00	33.04	34.00

Таблица 1: При нагреве

$h$ , мм	67.85	69.6	71.45	73.15	73.15	76.05	78						
$H$ , мм	126.4	124.5	122.3	119.9	119.9	117.8	115.45						
$t$ , °C	40.02	38.04	36.05	34.04	32.03	30.03	28.						

Таблица 2: При остывании

