

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Кафедра нелинейной физики

**ПРАКТИКУМ
ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ
И ТЕРМОДИНАМИКЕ**

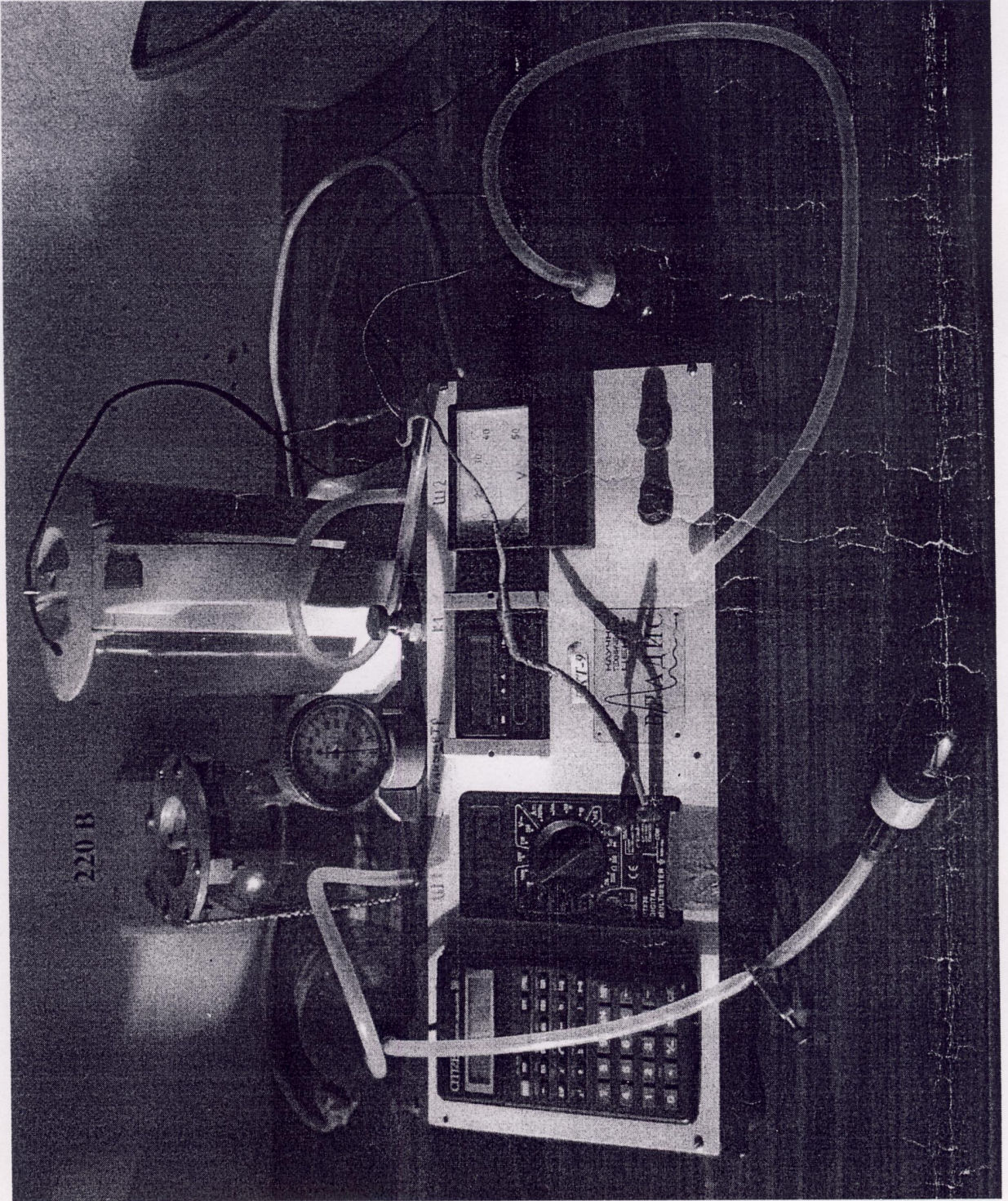
(Комплекс ЛКТ-9)

Упражнение 1.

**Определение температурного коэффициента давления.
Вычисление положения нуля абсолютной шкалы температур.**

Учебно-методическое пособие к лабораторной работе
в интегрированном учебно-научном практикуме
"Методика, технология и информационное обеспечение
физического эксперимента"

2012 г.



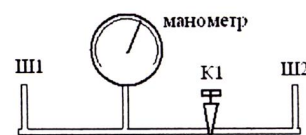
Технические характеристики установки

Напряжение питания 220В, 50Гц

Потребляемая мощность водонагревателя (электрочайник) 2кВт

Состав установки

1. Вольтметр стрелочный на приборной панели для измерения напряжения сети (0 – 250В)
2. Пневмосистема (кран-зажим и два штуцера, установленные внутри приборной панели). Нормальное положение крана – открытое, предохраняет пережимаемый силиконовый шланг от слипания.
3. Манометр на избыточное давление до 40 кПа (300мм.рт.ст.), установлен на приборной панели и входит в состав пневмосистемы. Исходное показание нулевое.
4. Секундомер. Управление секундомером осуществляется тремя кнопками. Кнопка "MODE" – выбор режима работы. В режиме секундомера кнопка ADVANCE поочередно запускает и останавливает отсчет времени. Если не сбрасывать отсчеты, то происходит суммирование измеряемых интервалов времени. Кнопка "SET", нажатая в процессе отсчета времени вместо кнопки "MODE", фиксирует показания дисплея, но не останавливает отсчета времени. При повторном нажатии этой кнопки показания дисплея будут соответствовать продолжающемуся отсчету времени. Кнопка "SET", нажатая при остановленном отсчете времени, сбрасывает (обнуляет) отсчет и показания дисплея.
5. Мультиметр с питанием от источника внутри приборной панели.
6. Калькулятор с питанием от собственной батареи.
7. Электроводонагреватель (чайник), используемый в качестве водяной бани и калориметра. Установлен на поддоне.
8. Баллон стеклянный объемом 1л, помещаемый в водонагреватель, с плотной крышкой с клапаном и штуцером для шлангов.
9. Баллон пластмассовый объемом 1л, на крышке которого смонтированы два штуцера для шлангов.
10. Шланги силиконовые длиной 600, 600 и 320мм.
11. Груша-помпа с винтовым зажимом и штуцером для шланга.
12. Дроссель-капилляр. Диаметр капилляра 0,26мм, длина 22мм.
13. Провода к мультиметру.
14. Термопара к мультиметру.
15. Мензурки на 1л и на 0,25л.
16. Флакон объемом 50мл со штуцером для шлангов на крышке.



Перед началом практического этапа работы:

1. Включить установку в сеть 220В для питания мультиметра. При этом вольтметр должен показать напряжение сети (коэффициент шкалы вольтметра 5В/дел).
2. Подключить термопару к мультиметру (черная – СОМ, красная – VΩmA). При этом в состоянии измерения температуры мультиметр должен показывать значение комнатной температуры.

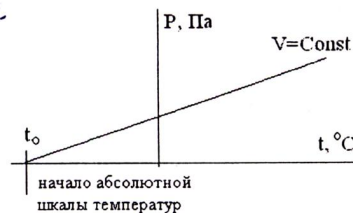
Упражнение 1.

Определение температурного коэффициента давления. Вычисление положения нуля абсолютной шкалы температур.

Закон изохорного нагревания $\frac{P}{T} = Const$, можно записать в

виде $P = P_0 \frac{T}{T_0}$, где P_0 и T_0 давление и температура при 0°C .

Полученный экспериментальным путем при использовании температурной шкалы Цельсия, он имел вид $P = P_0(1 + \alpha \cdot t)$, линейной зависимости для всех газов, независимо от их природы (См. рис.). Это послужило размышлениям о существовании так называемой "абсолютной температуры". (Хорак Бенедикт де Соссюр, Жак Александр Сезар Шарль – 1787, Уильям Томсон (лорд Кельвин с 1892) – 1848).



В ходе эксперимента определите температурный коэффициент давления α и положение нуля абсолютной шкалы температур.

1. Вставьте стеклянный баллон в водонагреватель (чайник) и залейте в чайник холодную воду до уровня крышки баллона. Выдержать не менее двух минут.

Баллон внутри должен быть абсолютно сухой!

При попадании в баллон влаги давление в нем может возрасти до давления более 100кПа (значение давления насыщенных паров воды при температуре 100°C). Признаками попадания в баллон влаги являются повышение давления воздуха более, чем до 300мм.рт.ст. или срабатывание предохранительного клапана, настроенного на давление свыше 40...60кПа. При проявлении этих признаков, откройте кран К1 и прекратите опыт. Снимите крышку баллона, удалите малейшие следы влаги (просушите!), после чего установите крышку на место.

2. Измерьте температуру воды t_1 с помощью термопары и мультиметра
3. Определите по барометру в лаборатории атмосферное давление (или примите его равным $P_1 \approx 100\text{кПа}$. При этом барометр пневмосистемы должен показывать нулевое значение.
4. Подключить баллон к манометру через штуцер Ш1 и закрыть кран К1, перекрыв выход пневмосистемы.
5. Включить водонагреватель в сеть, нагреть воду до кипения, выдержать кипение в течение одной минуты и измерить температуру t_2 .
6. Измерить новое значение давления газа P_2 в стеклянном баллоне.
7. Определить температурный коэффициент по формуле $\alpha = \frac{P_2 - P_1}{P_1 \cdot t_2 - P_2 \cdot t_1}$, которую

необходимо вывести самостоятельно.

8. Так же, используя соображения, изложенные выше и построив график, определите температуру для значения абсолютного нуля t_0 по шкале Цельсия.
9. Повторить серию измерений не менее трех раз и произвести оценку относительной погрешности измерений.

Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука. 1989. §§ 4...8, 97.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа. 1981. §§ 50, 52.
3. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лифшиц Е.М. Курс общей физики. М.: Наука. 1969. §§ 109, 112, 113.