

Саратовский государственный университет

Кафедра нелинейной физики

**ПРАКТИКУМ  
ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ  
И ТЕРМОДИНАМИКЕ**

**(Комплекс ЛКТ-9)**

**Упражнение 5.**

**Определение удельной теплоты парообразования воды.**

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

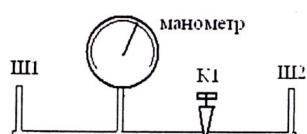
2012 г.

## 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 5.

### Определение удельной теплоты парообразования воды.

Количество теплоты, необходимое для превращения массы воды  $M$  в пар при температуре кипения за время  $t$  рассчитывается по формуле:  $(W_0 - W') \cdot t = r \cdot M$ , где  $r$  – удельная теплота парообразования воды. Масса выкипевшей воды  $M$  определяется по измерениям объемов воды в чайнике до и после ее частичного выкипания:

$$M = \rho \cdot (V_0 - V_1),$$

где объем оставшейся воды  $V_1$  определяется с учетом объемного расширения:

$$V_1 \approx V_{x_{01}} [1 + \beta \cdot (T - T_{x_{01}})] \quad (\text{получите эту формулу самостоятельно}),$$

где  $\beta = 0,208 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  (при комнатной температуре) – коэффициент объемного расширения.

1. Налить в чайник  $V_0$  воды с помощью мерного стакана, измерить ее температуру  $T_{x_{01}}$ , и довести ее до кипения.
2. Кипятить воду в чайнике в течение времени  $t=4\text{мин}$ , обеспечив ее частичное выкипание.
3. Выключить чайник и тщательно слить оставшуюся воду в мерный стакан.
4. Дать этой воде остить до температуры  $T$ , после чего измерить ее объем  $V_1$ .
5. По представленным формулам вычислить значение удельной теплоты парообразования воды  $r$ . Для сравнения: табличное значение  $r = 2,26 \cdot 10^5 \text{Дж/кг}$
6. Оцените относительную погрешность полученных результатов, учитывая не только точности проводимых измерений, но и точность метода, например, при выводе формулы для объема  $V_1$ .

## 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., Ахieзер А.И., Лишинец Е.М. Курс общей физики. М.: Наука. 1969. §§ 109, 112, 113.