

**А.И. СЕРЫЙ**

Беларусь, Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

**ОБ ИЗМЕРЕНИИ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУХА В  
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ**

В цикле лабораторных работ по молекулярной физике, выполняемых в УО «БрГУ им. А.С. Пушкина», есть работы по измерению различных характеристик воздуха (он является объектом исследования). Для закрепления материала можно провести сравнительный анализ этих работ, что удобно сделать в виде таблиц, которые приведены далее.

Таблица – Первый этап в лабораторных работах

| № работы  | 5  | 6  |
|---|--|--|
| 1.1. Формула, связанная с измерениями (следует из формулы Гагена–Пуазейля) [1, с. 478]      | $\eta = \frac{\pi^4 l \Delta P}{8 l T}$ – коэфф. динамической вязкости |  |
| 1.2.1. Длина капилляра $l$  | считается известной (ее измерять не надо)                              |  |
| 1.2.2. Значение радиуса капилляра $r$   | находится через диаметр капилляра $d$ (он считается известным)         | как и длина капилляра, считается известным                             |
| 1.2.3. Капилляр расположен  | вертикально,   | в горизонтально, между коленами манометра                              |
| 1.3.1. Воздух в баллон  | идет сверху  | идет сверху по шлангу  |
| 1.3.2. Поступление воздуха обусловлено  | понижением уровня воды в баллоне                                       |  |
| 1.3.3. Производится ли предварительное осушение воздуха                                     | нет  | да, с помощью хлористого кальция                                       |
| 1.4.1. Значение объема вытекшей воды $V$  | является заданной величиной (его надо измерять мензуркой)              |  |
| 1.4.2. При этом требуемый характер вытекания воды   | каплями при полностью открытом кране                                   | струей при полностью открытом кране                                    |
| 1.5.1. Время вытекания воды $t$   | измеряется секундомером  |  |
| 1.5.2. Отсчет времени нельзя начинать сразу после открытия крана, т.к. надо дождаться, пока | вода не начнет вытекать каплями  | в коленах манометра не установится фиксированная разность уровней воды |
| 1.6.1. Разность давлений $\Delta P$ между концами капилляра определяется по формуле         | $\Delta P = \rho_{\text{вода}} g \frac{h_1 + h_2}{2}$                  | $\Delta P = \rho_{\text{вода}} g  h_1 - h_2 $                          |
| 1.6.2. При этом $h_1$ и $h_2$ – это значения высоты уровня воды                             | над краном в начале и конце процесса набора воды                       | в коленах манометра в установившемся режиме                            |
| 1.6.3. Иными словами, $\Delta P$ – это  | среднее значение гидростатического давления над краном                 | разность гидростатических давлений в коленах манометра                 |

Таблица 2 – Второй этап в лабораторных работах

| № работы   |                       | 5  | 6  |
|--|-----------------------|--|--|
| 2.1. Дальнейший предмет исследования   |                       | 1) средняя длина свободного пробега молекул воздуха; 2) эффективный диаметр молекул воздуха                        | 1) коэффициент кинематической вязкости; 2) числ Рейнольдса |
| 2.2. Давление воздуха измеряется   |                       | барометром   |  |
| 2.3. Температура воздуха измеряется  |                       | термометром по шкале Цельсия, после чего находится значение по абсолютной шкале                                    |  |
| 2.4. Вспомогательные величины, значения которых, согласно инструкциям по выполнению, требуется найти | общие для обеих работ | плотность воздуха  |  |
|  | другие                | 1) средняя скорость теплового движения молекул воздуха; 2) концентрация молекул воздуха в условиях эксперимента    | средняя скорость течения воздуха по капилляру              |
| 2.5. Константы, значения которых используются при расчетах   | общие для обеих работ | 1) ускорение свободного падения; 2) универсальная газовая постоянная; 3) молярная масса воздуха; 4) плотность воды |  |
|  | другие                | 1) число Лошмидта; 2) температура при нормальных условиях; 3) нормальное атмосферное давление                      | нет  |
| 2.6.1. Т.е. подход к объекту исследования на втором этапе  |                       | микроскопический   | макроскопически  |
| 2.6.2. Потому что исследуются величины, характеризующие  |                       | отдельные молекулы   | среду в целом  |

Можно сделать вывод, что, в принципе, на экспериментальной установке, предназначенной для лабораторной работы № 5, можно выполнять лабораторную работу № 6, и наоборот. Вывод основан на следующих соображениях: 1) объект исследования один и тот же; 2) на первом этапе с помощью главной экспериментальной установки находится одна и та же величина (коэффициент динамической вязкости); 3) на втором этапе проводятся измерения с помощью одних и тех же дополнительных приборов (барометра и термометра). Важным отличием является предварительное осушение воздуха в работе № 6 (см. п. 1.3.3 в таблице 1). Это можно объяснить нахождением капилляра между коленами манометра с водой, пары которой могут оказать влияние на результаты эксперимента. Поэтому в качестве дополнительного задания студенты могут выполнить одну и ту же работу на двух разных установках и сравнить полученные результаты.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1979. – Т. I : Механика. – 520 с.