

## 9 класс Экспериментальный тур

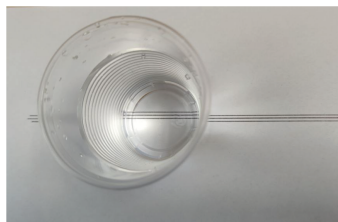
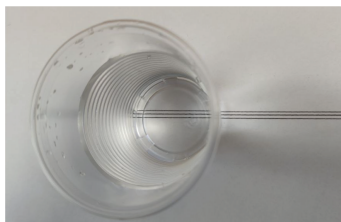
### Задача №1. Не зная броду, не суйся в воду

**Внимание!** Оценка погрешностей в этой работе не требуется.

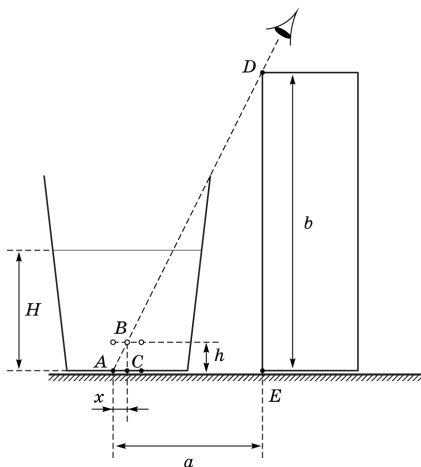
Физический смысл пословицы, стоящей в названии работы, состоит в том, что слой воды, как и любая плоскопараллельная пластина, приближает объект наблюдения к наблюдателю. Величина оптического смещения объекта к наблюдателю  $h$  зависит от толщины плоскопараллельной пластины  $H$  и её оптических характеристик. Для малых углов отклонения лучей от вертикали к поверхности воды зависимость имеет такой вид:

$$h = kH^\alpha,$$

где  $k$  — коэффициент, зависящий от оптических характеристик плоскопараллельной пластины. Для исследования этой зависимости Вы должны на чистом белом листе бумаги нарисовать три параллельные линии на расстоянии  $x = 2$  мм друг от друга. Затем налить в пластиковый стакан слой воды не менее 40 мм и наблюдать сверху эти три линии. При положении Вашего глаза на одной вертикали к поверхности воды с центральной линией Вы увидите линии под водой на продолжении линий, наблюдаемых без воды (см. фото слева).



При небольшом отклонении Вы увидите смещение линий под водой. Вам необходимо найти такое положение, при котором линии смещаются на величину  $x = 2$  мм. При этом две линии под водой являются продолжением двух линий, наблюдаемых без воды (см. фото справа). Для определения величины смещения  $h$  воспользуйтесь подобием треугольников  $ABC$  и  $ADE$  (см. рисунок). Определить положение точек  $E$  и  $D$  вам поможет уголок из картона, вершина  $D$  которого должна попасть на прямую  $AB$ .



1. Проведите измерение величин  $a$  и  $b$  для разных уровней воды  $H$  в стакане.  
2. Используя рисунок, получите расчётную формулу для зависимости  $h$  через  $a$ ,  $b$  и  $x$ .

3. Постройте график зависимости  $h$  от  $H$  и определите степень  $\alpha$  и коэффициент  $k$  для воды.

4. Постройте ход луча из точки  $A$  и, используя закон преломления света, теоретически получите формулу для нахождения величины смещения  $h$  для слоя воды  $H$ . Рассмотрите преломление для малых углов падения. Определите показатель преломления  $n$  воды, используя свой результат для коэффициента  $k$ .

*Примечание:* для малых углов можно считать, что  $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$ ; абсолютный показатель преломления воздуха считайте равным 1.

*Оборудование:* сосуд с водой; прозрачный пластиковый стаканчик; линейка; картонный уголок длиной около 30 см; чистый лист бумаги А4; миллиметровая бумага для построения графиков.

## 9 класс

### Экспериментальный тур

#### Задача №2. Плотность изоленды

В этом эксперименте **необходима** оценка погрешностей.

Поверхностная плотность (масса единицы площади) выданной вам бумаги с миллиметровой сеткой  $\sigma = 80 \frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ . Считайте, что цена деления сетки в точности равна 1 мм. Длина изоленды в рулоне  $L = 20$  м.

Определите:

1. толщину  $h$  изоленды;
2. линейную плотность изоленды  $\lambda$  (массу единицы длины);
3. объемную плотность изоленды  $\rho$  (массу единицы объема).

*Оборудование:* лист бумаги А4 с напечатанной миллиметровой сеткой, рулон изоляционной ленты, ножницы, нить длиной порядка 50 см, миллиметровая бумага А4 для построения графиков.

## 10 класс

### Экспериментальный тур

#### Задача №1. Универсальный измеритель

*Оборудование:* отрезки медного и алюминиевого проводов одинаковой длины в изоляции, шарики (10 штук), трубочка для коктейля, пластилин, сосуд, вода, ножницы, скотч (по требованию), нить, лист миллиметровой бумаги; салфетки для поддержания чистоты.

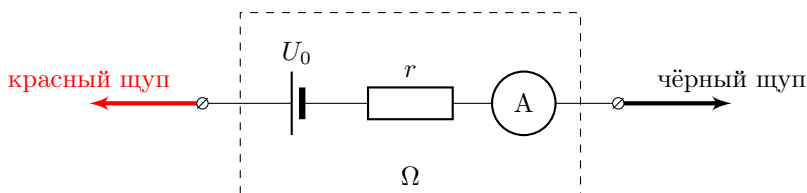
1. Определите массу выданного вам металлического шарика (пульки).
2. Определите диаметр жилы (внутреннего проводника) проводов.

*Примечание.* Снимать изоляцию с провода запрещено. Плотности меди и алюминия известны:  $\rho_{\text{м}} = 8,9 \text{ г/см}^3$  и  $\rho_{\text{а}} = 2,7 \text{ г/см}^3$ , диаметры медного и алюминиевого проводников считать одинаковыми, внешний диаметр и материал изоляции на проводах одинаковые.

## 10 класс Экспериментальный тур

### Задача №2. Два мультиметра

Омметр — это прибор, позволяющий измерять сопротивление резисторов. Принципиальная схема омметра, изображённая на рисунке, содержит соединённые последовательно идеальный источник постоянного напряжения  $U_0$ , резистор сопротивлением  $r$  и идеальный амперметр.



При подключении к омметру исследуемого резистора показания амперметра автоматически пересчитываются так, что на табло прибора отображается значение сопротивления исследуемого резистора  $R_x$ , подключённого к омметру.

1. Определите сопротивление  $R$  выданного Вам резистора.
2. Определите значения напряжения  $U_0$  и сопротивления  $r$  на принципиальной схеме для выданного Вам мультиметра в режиме омметра (диапазон «2000k»).
3. Оцените погрешность полученных значений  $R$ ,  $U_0$  и  $r$ .

Погрешность показаний мультиметра во всех режимах примите равной трём единицам последнего разряда.

*Оборудование:* два мультиметра одинаковой модели (режим амперметра отключён), резистор с неизвестным сопротивлением, соединительные провода.

**Внимание:** Мультиметр в режиме амперметра использовать запрещено!

# 11 класс

## Экспериментальный тур

### Задача №1. Надувательство

Теоретическая справка:

Если в эластичной трубке создать избыточное к внешнему давление, то ее внутренний объем увеличится. При этом изменится как площадь сечения трубки, так и ее длина. В данной задаче речь пойдет именно об изменении внутреннего сечения трубки.

Введем количественное описание этого явления. Площадь внутреннего сечения трубки  $S$  зависит от разности давлений  $\Delta p = p - p_0$  внутри и снаружи трубки. В первом приближении эта зависимость описывается линейной функцией:

$$\Delta S/S_0 = \alpha \Delta p,$$

где  $S_0$  — площадь внутреннего сечения трубки при атмосферном давлении  $p_0$ ,  $\alpha$  — коэффициент, характеризующий упругие свойства трубки.

1. Определите площадь поперечного сечения трубки при атмосферном давлении с точностью не ниже 5%. Оцените погрешность измерения.

2. Определите коэффициент  $\alpha$ , используя графическую обработку данных. Измерения проведите в диапазоне разницы давлений от 0 до не менее чем  $1,0 \cdot 10^5$  Па, сняв не менее 5 экспериментальных точек, не включая точку с нулевым избыточным давлением.

*Примечание:* Атмосферное давление примите равным  $p_0 = 100$  кПа.

*Оборудование:* трубка силиконовая, шприц объемом 10 мл, затычка для трубки (чехол для иглы шприца, см. рисунок), скотч, мерная лента или рулетка, вода, салфетки для поддержания рабочего места в чистоте, миллиметровая бумага для построения графика.



Заткнутый конец трубки.

## 11 класс

### Экспериментальный тур

#### Задача №2. Источник и конденсатор

*Оборудование:* источник питания с неизвестными значениями ЭДС и внутреннего сопротивления, «серый ящик» с конденсатором и подключенным последовательно сопротивлением, мультиметр с щупами (может быть использован только в режиме вольтметра), секундомер. Сопротивление резистора в сером ящике равно внутреннему сопротивлению источника. Внутреннее сопротивление мультиметра на всех диапазонах измерения напряжения известно (1 Мом).

1. Определите значение ЭДС и внутреннего сопротивления источника питания.
2. Определите электрическую емкость конденсатора.  
В этой работе погрешность оценивать не нужно!