

## Задача 1. Бутылка

*Задание:* измерьте (не менее 5 раз) время погружения кнопки до дна бутылки, и определите среднюю скорость погружения. Проведите аналогичные измерения с картонными дисками, приколотыми к кнопке. Объясните, как наличие диска влияет на скорость погружения.

*Оборудование:* бутылка с водой, кнопки, картонные диски, линейка, секундомер.

*Решение:* для решения задачи достаточно произвести 5 серий измерения времени погружения с дисками разных размеров и без диска. Затем необходимо при помощи линейки измерить диаметры каждого из дисков и вычислить их площадь. Наконец, используя данные измерений, нужно построить график зависимости скорости погружения от площади диска.

Скорость погружения измеряется путем измерения высоты столба воды (линейкой) и измерения времени погружения (секундомером).

Используя модель зависимости силы трения от скорости  $F \propto Sv^\alpha$ , и подставляя  $F = mg$ , можно по графику зависимости скорости погружения от площади определить коэффициент  $\alpha$ .

Также дополнительные баллы даются участникам, заметившим влияние силы Архимеда, действующей на картонный диск, на скорость погружения.

---

## Задача 2. Батарейка

*Задание:* по-разному комбинируя данные резисторы, постройте зависимость тока, протекающего через батарейку, от напряжения на батарейке. По графику найдите величину внутреннего сопротивления батарейки. Оцените заряд батарейки (в единицах мА·ч).

*Оборудование:* батарейка, держатель для батарейки (прищепка), три резистора, мультиметр, макетная плата, часы.

*Решение:* для измерения ВАХ батарейки необходимо подключать ее к разным последовательно-параллельным комбинациям данных резисторов и измерять вольтметром напряжение на резисторах. Так как сопротивление нагрузочного резистора известно, это дает одновременно значение напряжения на батарейке ( $U$ ) и тока ( $U/R_H$ ). Всего из предложенных резисторов можно было собрать 14 различных комбинаций, т.е. получить 14 различных сопротивлений нагрузки. Для того чтобы найти внутреннее сопротивление батарейки достаточно экстраполировать график  $I(U)$  до пересечения с осями абсцисс и ординат,  $U_0$  и  $I_0$ . Значение  $U_0$  будет соответствовать напряжению холостого хода, т.е. ЭДС батарейки. Значение  $I_0$  будет соответствовать току короткого замыкания. Внутреннее сопротивление батарейки отсюда легко находится как  $r = U_0/I_0$ .

Для оценки заряда батарейки предлагается разряжать батарейку через постоянное сопротивление нагрузки и записывать зависимость тока от времени. Зависимость необходимо снимать в течение как минимум 5 минут. Экстраполируя зависимость до пересечения с осью абсцисс, найдем время, через которое батарейка полностью разрядится ( $T_1$ ). Отсюда заряд батарейки можно оценить как

$$Q = \frac{U_0 T_1}{2R_x},$$

где  $R_x$  — сопротивление нагрузки.