

10 класс

Задача 1. Чёрный ящик-2

1. Определим схему черного ящика. Для этого будем подключать источник к каждой паре контактов (чтобы точно зарядить конденсатор) и смотреть напряжение на выходе. Понятно, что при схеме подключения «звезда» на паре контактов, содержащей резистор и диод при любом положении ключа напряжения не будет. При схеме подключения «треугольник» наоборот, между любыми двумя выводами есть напряжение, что и наблюдается в эксперименте. Таким образом мы определяем, что элементы в схеме соединены «треугольником».

Продельвая такой же эксперимент, можно определить положение резистора, а также положение, в котором ключ замкнут (в этом положении напряжение на резисторе будет, при другом – нет). Сопротивление резистора порядка нескольких МОм и сравнимо с сопротивлением вольтметра. Поэтому можно определить положение полностью заряженного конденсатора (при разомкнутом ключе напряжение на нем равно напряжению батарейки).

2. Есть много способов определения сопротивления резистора. Например, полностью зарядим конденсатор и разомкнем ключ. Подключим вольтметр к выводам, содержащим диод. При этом

$$\frac{R}{R_V} = \frac{U}{U_0 - U},$$

где R – сопротивление резистора, U – напряжение на нем в начальный момент, R_V – сопротивление вольтметра, U_0 – напряжение батарейки.

Совершенно аналогично можно разомкнуть ключ и соединить резистор, вольтметр и батарейку последовательно.

3. Емкость конденсатора можно определить по его разрядке. Зарядим его, соединим последовательно с резистором и вольтметром и будем снимать зависимость напряжения на вольтметре от времени. При разрядке напряжение на конденсаторе

$$U = U_0 e^{-t/(R+R_V)C}.$$

По снятой зависимости можно получить величину $-t/(R + R_V)C$, а следовательно и C .

4. Для снятия ВАХ диода будем использовать потенциометр для регулирования напряжения. Ключ должен быть замкнут. При подключении источника к диоду ток по остальной части черного ящика течь не будет (из-за большого сопротивления резистора). Вольтметр должен быть подключен последовательно с ящиком. По напряжению на нем мы узнаем ток, по разности напряжения батарейки и этого напряжения – напряжение на диоде.

Задача 2. Воздушный шарик

1. Применим метод размерностей к уравнению (1):

$$[F_c] = \frac{\text{кг}^p \text{м}^{2m+n-3p}}{\text{с}^n} = \text{Н} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}.$$

Откуда, решив систему уравнений, получим: $m = 1, n = 2$ и $p = 1$.

2. К шарiku можно прикрепить скрепки и кусочек пластилина. При подъеме, на него действует сила сопротивления F_c , постоянная выталкивающая сила F_A и сила тяжести Mg , где M – масса шарика и нагрузки. При установившемся равномерном движении шарика, второй закон Ньютона для него запишется в виде:

$$F_A = F_c + Mg.$$

Нагружая шарик, добьемся его равновесия, при этом $F_c = 0$. Если теперь убрать n скрепок, то при установившемся движении $F_c = nmg$. Убирая разное количество скрепок и замеряя время поднятия шарика (на участке с установившимся движением), получим зависимость силы сопротивления от скорости.

3. Используя экспериментальные данные, полученные в предыдущем пункте, построим график $F_c(v^2)$. Он должен получиться линейным. Коэффициент наклона прямой $k = \beta S \rho$. Максимальную площадь поперечного сечения шарика найдём, измерив нитью периметр этого сечения l . Предполагая, что сечение – окружность, получим $S = l^2/(4\pi)$. Зная S и коэффициент k , вычислим β .