Возможные решения
9 класс

Задача 1. «Чёрный ящик-1»

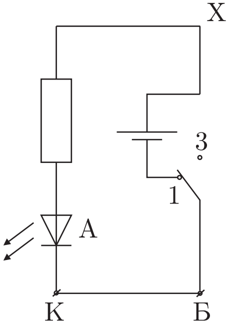

Рис. 5

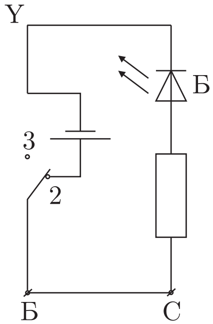

Рис. 6

1. Поскольку в «чёрном ящике» находятся батарейки, начнём анализ цепи без подключения внешного источника.

а) Замыкаем между собой выводу «K» и «Б». В положении (1) переключателя загорается светодиод А. В других положениях переключателя светодиоды не горят. Возможный фрагмент схемы приведен на рис. 5.

б) Замыкаем между собой выводу «Б» и «С». В положении (2) переключателя загорается светодиод Б. В других положениях переключателя светодиоды не горят. Возможный фрагмент схемы приведен на рис. 6.

в) Проверяем, соединены ли точки «X» и «Y». Для этого подключаем положительный вывод батарейки к выводу «С», а отрицательный к «К». Загораются оба светодиода. Следовательно выводы «X» и «Y» замкнуты накоротко.

г) Для проверки, замкнём накоротко выводы «К» и «С». При всех положениях ключа светодиоды не горят. Отсюда получаем схему «чёрного ящика» (рис. 7).

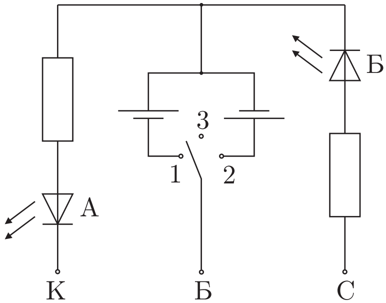

Рис. 7

2. Для снятия вольт-амперной характеристики соберем схему (рис. 8). Сила тока I через диод равна силе тока I_A через амперметр, Напряжение на диоде вычисляем по формуле $U = U_V/2 - I_A R$, где U_V — напряжение на вольтметре. Для увеличения точности проводим измерения три раза и строим график $I(U)$. Пример ВАХ светодиода приведен на рис. 9.

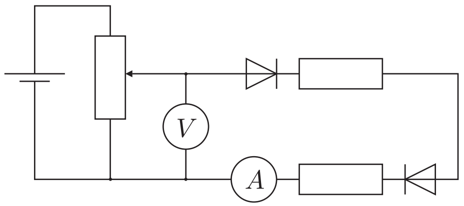

Рис. 8

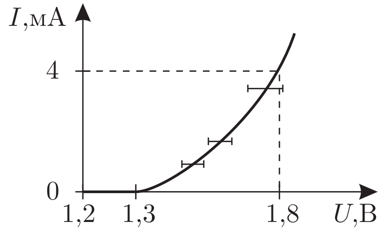

Рис. 9

Задача 2. Шарик в жидкости

1. При установившемся падении шарика в жидкости, сила сопротивления уравновешивается силой тяжести и архимедовой силой:

$$mg = F_c + F_A,$$

где $m = \pi d^3/6$ — масса шарика. Если сила сопротивления задаётся формулой $F_c = A\eta d v$, то:

$$\frac{\pi(\rho - \rho_ж) g d^3}{6} = A\eta d v,$$

отсюда

$$v = (\rho - \rho_ж) K_1 d^2,$$

где $K_1 = \dfrac{\pi g}{6A\eta}$ — некоторая константа, зависящая только от свойств жидкости. Аналогично для случая, если выполняется зависимость $F_c = B\rho_ж d^2 v^2$:

$$\frac{\pi(\rho - \rho_ж) g d^3}{6} = B\rho_ж d^2 v^2,$$

$$v^2 = K_2(\rho - \rho_ж) d,$$

где $K_2 = \dfrac{\pi g}{6B\rho_ж}$ — некоторая константа, зависящая только от свойств жидкости.

Чтобы выведенные соотношения выполнялись, нужно убедиться, что установилось равномерное движение. Для этого зафиксируем резиночками два одинаковых расстояния и сравним время прохождения шарика.

Измеряем время t движения шарика с постоянной скоростью. При этом шарик проходит расстояние x, которое зафиксируем при помощи резинок. Тогда скорость движения шарика $v = x/t$.

Построим на графике зависомости $t^{-1}(d^2)$ и $t^{-2}(d)$.

Для шариков каждого диаметра проведём не менее трёх измерений.

Прямую линию, проходящую через ноль, получаем только на первом графике, это означает, что верна формула

$$F_c = A\eta d v.$$

2. Проведём несколько измерений для шариков из неизвестного материала и получим среднее значение $t_{ср}$. Значение $\alpha = \dfrac{(\rho - \rho_ж) K_1}{x}$ определим как угловой коэффициент наклона прямой на графике $t^{-1}(d^2)$ для свинцовых шариков. Получим,

$$\frac{1}{t_{ср}} = \frac{(\rho_0 - \rho_ж) K_1 d_0^2}{x},$$

$$\rho_0 = \frac{\rho - \rho_ж}{\alpha t_{ср} d_0^2} + \rho_ж.$$