

11 класс

Задача 1. Лампа Вановского

1. Снимите зависимость сопротивления R вольфрамовой нити от её температуры t в возможно более широком температурном диапазоне. Результаты измерений занесите в таблицу.

2. Выясните, выполняется ли для вольфрама зависимость

$$R(t) = R_0(1 + \alpha t),$$

где α — температурный коэффициент сопротивления, R_0 — сопротивление при $t = 0^\circ\text{C}$.

3. Определите значения сопротивления R_0 и температурного коэффициента сопротивления α в области линейной зависимости $R(t)$.

4. Используя ваши экспериментальные данные и данные, указанные на упаковке лампы, оцените рабочую температуру t_p спирали лампы в номинальном режиме работы.

5. Погрузите лампочку в воду и снимите зависимость мощности P теплопередачи от разности $\Delta t = t - t_{\text{в}}$ температур спирали лампочки t и окружающей лампочку воды $t_{\text{в}}$ (P — установившаяся мощность теплоотвода от спирали лампочки к воде).

6. Выясните, выполняется ли для мощности теплоотвода закон Ньютона-Рихмана $P = k\Delta t$, где k — коэффициент теплопередачи.

7. Определите коэффициент k в области выполнения закона Ньютона-Рихмана.

8. Оцените вклад излучения спирали в мощность погруженной в воду лампы при её подключении к батарееке напрямую.

Примечание. Мощность теплового излучения тела с площадью поверхности S , абсолютная температура которого равна T , равна $P = \sigma ST^4$, где постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Дж/(с · м² · К⁴).

Оборудование. Лампа накаливания в упаковке, патрон для лампы, пенопластовый фиксатор лампы, мультиметр, 2 провода для мультиметра с «крокодилами», батарейка «крона», клемма для батарейки, макетная плата, 2 соединительных провода («крокодил-крокодил» и «плата-крокодил»), переменный резистор (0–1,0 кОм), резистор с сопротивлением $R_N = 10$ Ом, термометр, 2 пластиковые ёмкости, алюминиевая кружка, штатив с лапкой, горячая и холодная дистиллированная вода (по требованию).

Задача 2. Исследование жидкокристаллической ячейки

Жидкие кристаллы — это вещества, обладающие кристаллическими свойствами в одних направлениях (упорядоченность) и свойствами жидкостей в других. Они имеют широкое применение в науке и технике. Например, жидкие кристаллы используются в современных мониторах и экранах мобильных устройств (ЖК-дисплеи). Жидкокристаллическая ячейка — это составляющая часть пикселя жидкокристаллического дисплея. Увеличенный образец такой ячейки предлагается исследовать в данной задаче.



Рис. 8

ЖК-ячейка является структурой из нескольких прозрачных слоёв (рис. 8). Между парами поляризаторов с проводящими поверхностями находится слой жидкого кристалла. Проводящие поверхности и слой жидкого кристалла представляют собой конденсатор. При приложении напряжения к ячейке длинные молекулы жидкого кристалла оказываются в электрическом поле и поворачиваются, тем самым меняются оптические свойства кристалла. После прохождения первого поляризатора свет становится линейно поляризован. Слой жидкого кристалла поворачивает плоскость поляризации света и не меняет амплитуду.

Ёмкость такого конденсатора зависит от приложенного напряжения. Кроме того, жидкий кристалл обладает слабой проводимостью, и конденсатор характеризуется некоторым сопротивлением утечки.

Задание:

1. Соберите установку, указанную на схеме (рис. 9). Закрепите ЖК-ячейку между корпусами фото- и светодиодов. Корпуса должны плотно соприкасаться с ячейкой, чтобы уменьшить фоновую засветку. Сверху накройте установку чёрной плёнкой (закрепите резинкой). Снимите зависимость интенсивности прошедшего света $I_{пр}$ (в относительных единицах) от напряжения $U_я$ на ячейке. Исследуйте диапазон $U_я$ от 0 В до 9 В. ЖК-ячейка является неполярной. Для измерения интенсивности света пользуйтесь люксметром (см. примечание).

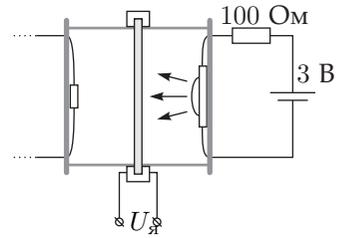


Рис. 9

Постройте график полученной зависимости. **3 б.**

2. Снимите зависимость ёмкости ЖК-ячейки от напряжения $U_я$ в интервале от 1 В до 3 В. **6 б.**

3. Оцените сопротивление утечки ЖК-ячейки. **1 б.**

4. Определите разрешённые направления поляризаторов ЖК-ячейки. После этого перерисуйте изображения ячейки (рис. 10) в своё решение (буквы на рисунке обозначают цвет проводов), и на каждом рисунке стрелкой ука-

жите разрешённое направление переднего поляризатора при таком расположении проводов. **1, 5 б.**

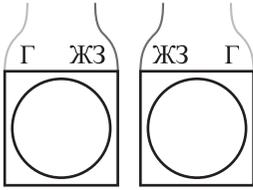


Рис. 10

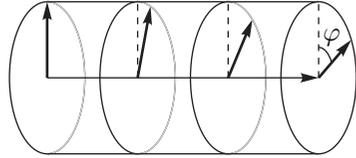


Рис. 11

5. Найдите зависимость угла φ поворота плоскости поляризации (рис. 11) в ЖК-ячейке от приложенного к ней напряжения. Считайте, что угол поворота при отсутствии напряжения $\varphi(U_{я} = 0) = 90^\circ$ **3, 5 б.**

Примечание. В данной задаче оценивать погрешность не нужно!

Примечание. **Инструкция по использованию макетной платы.** Каждые пять выводов макетной платы, расположенные в одном столбце по одну сторону от середины платы, соединены внутри платы друг с другом. Например, выводы, отмеченные серым (рис. 12), замкнуты между собой.

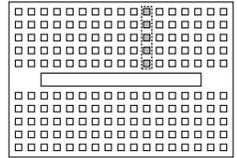


Рис. 12

Примечание. **Инструкция по использованию люксметра.** Для измерения интенсивности света используется люксметр. Он состоит из фотодиода в корпусе, батарейки и измерителя тока, собранных по схеме. (рис. 13)

В этой схеме ток через фотодиод прямо пропорционален интенсивности падающего на него света. Для измерения тока используйте мультиметр в режиме *вольтметра*. Внутреннее сопротивление вольтметра равно 1,00 МОм на всех диапазонах измерений.

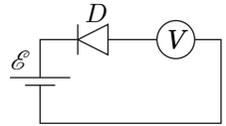


Рис. 13

Примечание. Светодиод — это источник света, а фотодиод — это измеритель интенсивности света. Не перепутайте!

Оборудование. Жидкокристаллическая ячейка в рамке с проводами, светодиод в корпусе (последовательно соединён с резистором), фотодиод в корпусе, поляризатор (направление поляризации указано меткой), держатели корпусов светодиода и фотодиода на подставке, макетная плата, батарейка «крона», 2 батарейки АА в корпусе с проводами (только для питания светодиода), потенциометр, конденсатор 10 нФ, секундомер, 2 мультиметра, 2 провода для соединения мультиметра и макетной платы, два провода типа «крокодил», чёрная плёнка, резинка.