

11 класс

Задача 1. Диод

Задание 1.

1. Подключим светодиод к источнику постоянного тока. По вольтметру на источнике тока минимальное напряжение U_0 . Качественный вид вольт-амперной характеристики показан на рисунке 10.

2. Полезная мощность светодиода P_1 — излучение, остальная мощность P_2 идёт на нагрев основного радиатора (тепловые потери), поэтому КПД равен:

$$\eta = \frac{P_1}{P_1 + P_2}.$$

Прикрепим дополнительный радиатор к основному радиатору (рис. 11) при помощи кольцевой резинки (на рисунке не показана). Тогда мощность P_1 идёт на нагрев дополнительного радиатора. Установим светодиод на подставку так, чтобы рёбра радиаторов были вертикальны. Прижмём чувствительную часть термопары пенополистироловым клинышком к дополнительному радиатору. Включим светодиод, снимем зависимость температуры t_1 радиатора вблизи его середины от времени τ излучения светодиода, и построим график $t_1(\tau)$. Считая, что в начальный момент теплообмен радиатора с воздухом отсутствует, получим:

$$P_1 \Delta\tau = C_1 \Delta t_1,$$

$$P_1 = C_1 K_1,$$

где C_1 — теплоёмкость дополнительного радиатора, K_1 — коэффициент наклона касательной на графике $t_1(\tau)$ в начальный момент времени.

Аналогично, для основного радиатора:

$$P_2 = C_2 K_2.$$

Радиаторы изготовлены из одинакового профиля, поэтому теплоёмкость одного радиатора пропорциональна длине L . Тогда КПД равен:

$$\eta = \frac{L_1 K_1}{L_1 K_1 + L_2 K_2}.$$

3. Для нахождения массы m дополнительного радиатора воспользуемся соотношением:

$$P_1 = C_1 K_1 = \eta P = \eta I_{max} U_{max},$$

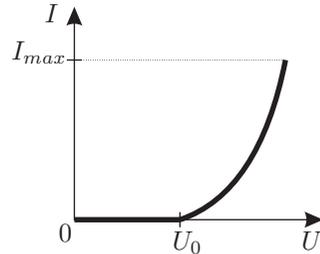


Рис. 10

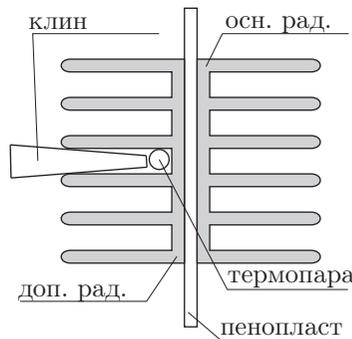


Рис. 11

где U_{max} — напряжения на диоде при силе тока I_{max} ,

$$m = \frac{C_1}{c_{уд}} = \frac{\eta \mu I_{max} U_{max}}{3RK_1}.$$

Задание 2. Соберем установку с дифракционной решёткой. Наблюдение ведётся в проходящем свете, как показано на рис. 12. Для первого максимума дифракционной решётки выполняется условие:

$$d \sin \varphi = \lambda,$$

где $\sin(\varphi) = x / \sqrt{x^2 + L^2}$. Чтобы повысить точность измерений следует максимально увеличить базу L .

При взгляде сквозь решетку заметим, что коротковолновой полосе излучения светодиода соответствует синий цвет. Глазом проще заметить положение минимумов интенсивности x_1 и x_2 , чем положение максимума x_0 . Поэтому, максимуму интенсивности λ_0 соответствует координата $x_0 = (x_1 + x_2) / 2$, отсюда

$$\lambda_0 = d \frac{x_0}{\sqrt{x_0^2 + L^2}} \approx 460 \text{ нм},$$

$$\Delta\lambda = d \left(\frac{x_2}{\sqrt{x_2^2 + L^2}} - \frac{x_1}{\sqrt{x_1^2 + L^2}} \right) \approx 10 \text{ нм}.$$

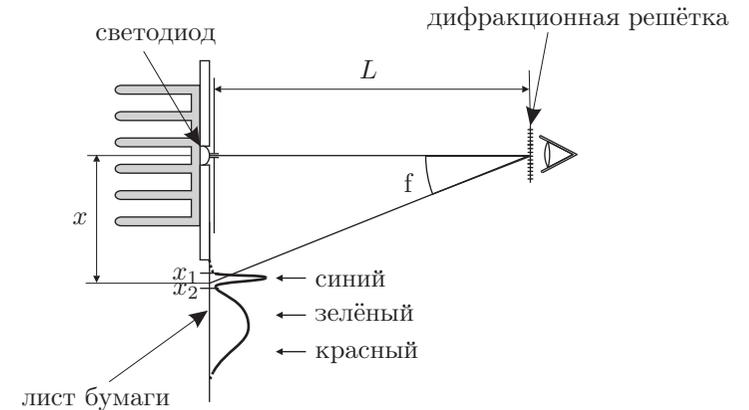


Рис. 12