
Задача 1. Черный ящик

Задание: найдите значения сопротивлений в предложенной схеме.

Оборудование: схема с резисторами и конденсатором, генератор сигналов, осциллограф.

Примечание: емкость конденсатора $C = 0.47$ мкФ.

Решение: представим черный ящик в виде эквивалентной схемы, в которой общее сопротивление трех резисторов включено параллельно с конденсатором. Подавая на такую схему меандр и измеряя напряжение на конденсаторе, можно наблюдать процесс экспоненциальной зарядки и разрядки конденсатора. При помощи осциллографа можно измерить время, за которое напряжение изменяется в e раз, и это время должно быть равно $\tau = RC$, где R — общее сопротивление включенных параллельно резисторов, а C — данная в условии емкость конденсатора. Измерив τ , нетрудно найти R .

Для того чтобы найти сопротивления отдельных резисторов, нужно подключить осциллограф к средней точке между R_1 и R_2 , подавая напряжение с генератора на R_3 , отсюда найти отношение $R_1/(R_1 + R_2)$. Аналогично найти $R_1/(R_1 + R_3)$. Из этих измерений и знания величины общего сопротивления можно найти R_1, R_2, R_3 .

Задача 2. Светодиод

Задание: определите угол, под которым расходится основной пучок света, выходящий из линзы светодиода. Поднеся светодиод близко к листу бумаги, понаблюдайте за светлым кольцом, возникающим вокруг центрального пучка. Измерьте угол (к оси светодиода), под которым оно возникает, и объясните механизм его возникновения. Найдите показатель преломления материала, из которого сделана линза светодиода.

Оборудование: светодиод, батарейка, миллиметровая бумага, штатив, линейка.

Решение: измерение углов расходимости центрального пучка и кольца выполняется, измеряя диаметр светового пятна на листе миллиметровой бумаги. При этом светодиод закрепляется в лапке штатива. Изменяя высоту, на которой находится светодиод, можно построить зависимость диаметра пучка от расстояния и по углу наклона этой зависимости определить тангенс угла расходимости пучка.

Для того чтобы определить, как образуется светлое кольцо вокруг основного пучка, можно проследить, из какой части светодиода выходит свет, попадающий в кольцо. Наблюдение показывает, что свет выходит из окончания линзы светодиода. Резкость границ кольца обусловлена тем, что оно возникает в следствии наличия полного внутреннего отражения на границе линзы светодиода. В этом легко убедиться, прислонив палец к той части светодиода, в которой происходит полное внутреннее отражение: при этом пропадает часть светлого кольца с противоположной стороны.

Этот же эффект полного внутреннего отражения можно использовать и для оценки значения показателя преломления материала, из которого сделана линза светодиода. Для этого достаточно провести касательную к поверхности светодиода в месте, где происходит полное внутреннее отражение (это можно сделать, положив светодиод на миллиметровку и прислонив к нему линейку), и определить угол α , под которым на эту точку падает свет. Так как данный угол является пограничным, то показатель преломления можно найти как $n = 1/\sin \alpha$.