

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР

12 января 2019 года

Сначала, пожалуйста, прочитайте следующее:

1. Экспериментальный тур состоит из одной задачи. Продолжительность тура 3 часа.
2. Пользуйтесь только той ручкой, которая Вам предоставлена.
3. Для расчетов Вы можете использовать свой непрограммируемый калькулятор. Если своего у вас нет, тогда Вы можете попросить его у организаторов олимпиады.
4. Вам предоставлены чистые листы бумаги и *Листы для записи (Writing sheets)*. Чистые листы бумаги предназначены для черновых записей, их Вы можете использовать по Вашему усмотрению, они не проверяются. На *Writing sheets* следует записывать решения задач, которые будут оценены при проверке работы. В решениях как можно меньше используйте словесные описания. В основном Вы должны использовать уравнения, числа, буквенные обозначения, рисунки и графики.
5. Используйте только лицевую сторону *Writing sheets*. При записи не выходите за пределы отмеченной рамки.
6. На каждом использованном *Writing sheets*, в отведенных для этого графах, необходимо указать Вашу страну (*Country*), Ваш код (*Student Code*), текущий номер каждого листа (*Page Number*) и полное количество листов, использованных при решении всех задач (*Total Number of Pages*). Если Вы не хотите, чтобы какие-нибудь использованные *Writing sheets* были включены в ответ, тогда перечеркните их большим крестом на весь лист и не включайте их в Ваш подсчет полного количества листов.
7. Когда Вы закончите тур, разложите все листы в следующем порядке:
 - Пронумерованные по порядку *Writing sheets*.
 - Черновые листы.
 - Неиспользованные листы.
 - Отпечатанные условия задачи.

Положите все листы бумаги в конверт и оставьте на столе. Вам не разрешается выносить из аудитории *любые* листы бумаги, приборы, материалы и принадлежности.

Поглощение света (15,0 балла)

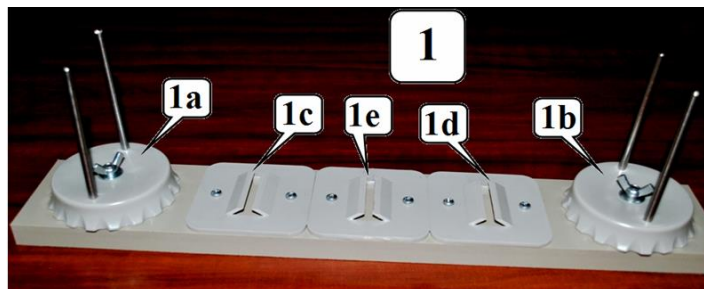
Перечень оборудования

1. Оптическая скамья с держателями:

1a – держатель источника света с крепежным винтом;

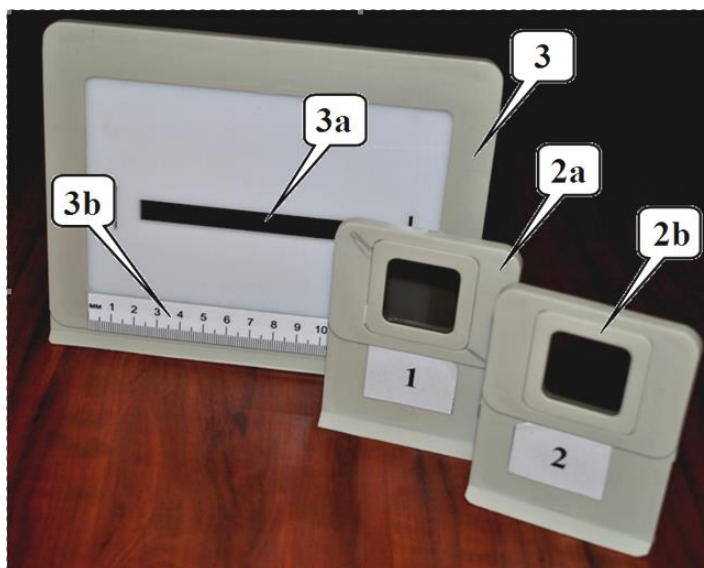
1b – держатель фотоприемника с крепежным винтом;

1c, 1d, 1e держатели



2a нейтральный фильтр на подставке.

2b, 3, 3a, 3b в данной работе не используются



Источники света:

4 – светодиод:

4a – разъем для подключения питания;

4b – крепежный винт;

5 – лазер:

5a – кольцо поворота лазера со шкалой;

5b – разъем для подключения источника питания;

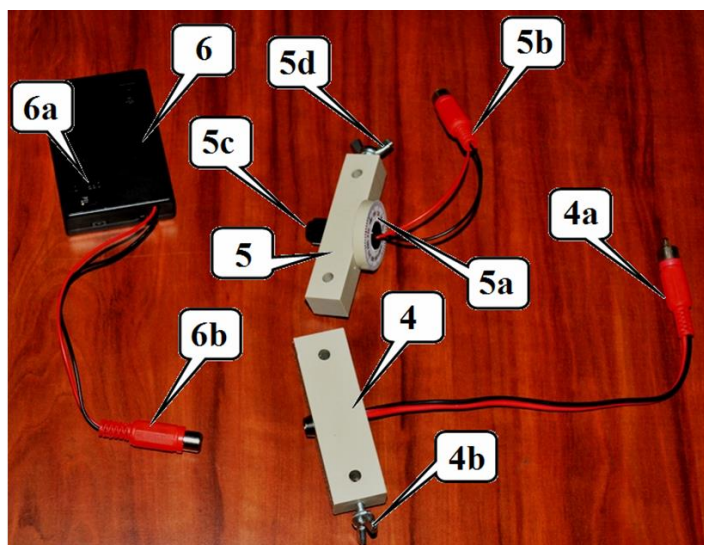
5c – винт регулировки ширины луча;

5d – крепежный винт;

6 – блок питания источников света:

6a – выключатель;

6b – разъем для подключения источников света.



Источник включайте только на время проведения экспериментов!

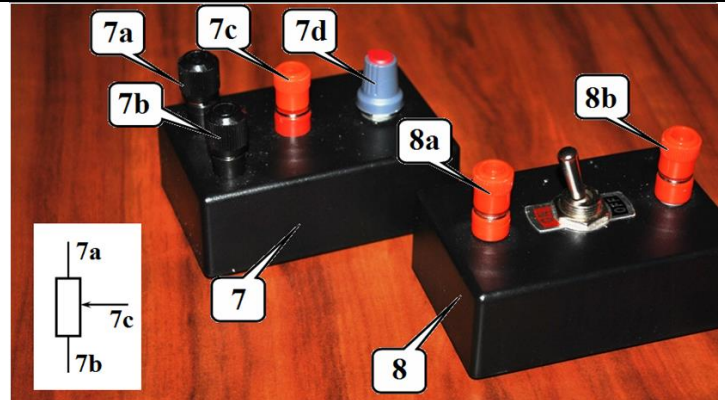
Не направляйте луч лазера в глаза, это опасно для зрения!

7 – переменный резистор 100 кОм:

7a, 7b, 7c – клеммы для подключения к цепи;
7d – ручка регулировки сопротивления;

8 – выключатель:

8a, 8b – клеммы для подключения;

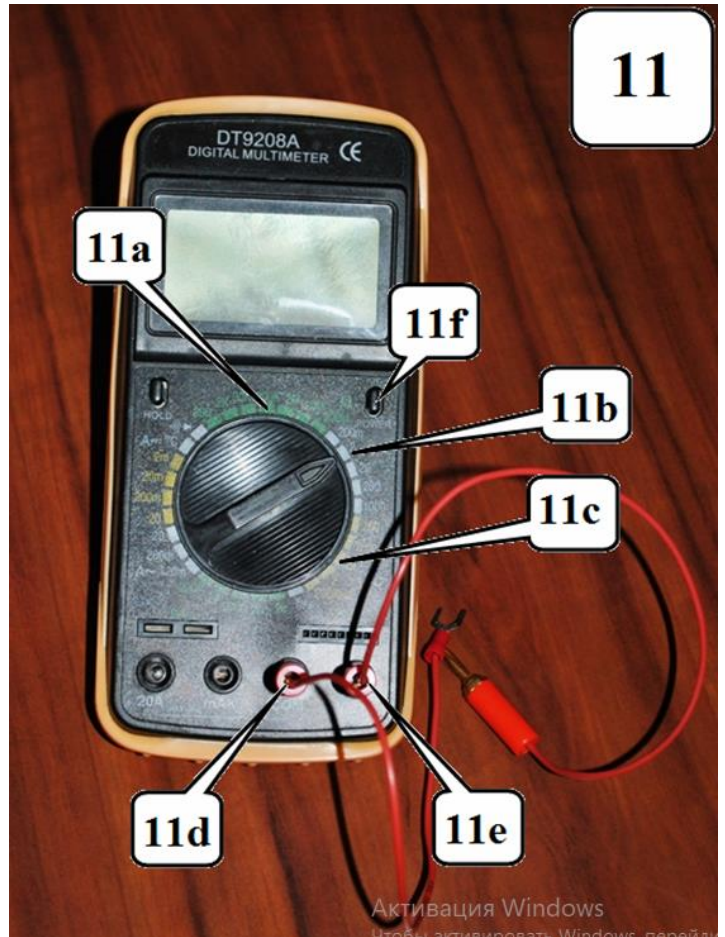


11 – мультиметр;

11a – регистр измерения сопротивления (100кОм);
11b – регистр измерения постоянного напряжения;
11d, 11e – разъемы для подключения измерительных проводов;
11f – выключатель.

Если дисплей мультиметра «уснул» - дважды нажмите кнопку выключателя!

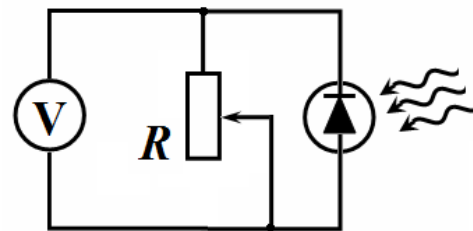
При измерении сопротивления резистора он не должен находиться под напряжением!



Набор пленочных светофильтров: 5 серых, 5 синих, 5 желтых.
Прищепка

Часть 1. Изучение фотоприемника

Для измерений интенсивности света в работе используется фотодиод. ЭДС, возникающая при попадании света на фотодиод, сложным образом зависит от интенсивности падающего света. Поэтому для измерения интенсивности света используется схема, показанная на рисунке. Измеряемое мультиметром напряжение зависит как от интенсивности падающего света, так и от сопротивления переменного резистора.



Установите на оптической скамье фотоприемник и лазер. Направьте луч света точно на фотоприемник. В один из держателей установите нейтральный фильтр. Вращая кольцо лазера, добейтесь того, чтобы напряжение на резисторе (при его максимальном сопротивлении) составляло не менее 350 мВ.

1.1 Модифицируйте показанную выше схему, добавив в нее ключ, так, чтобы можно было измерять сопротивление резистора и напряжение на нем с помощью одного мультиметра. Нарисуйте предлагаемую Вами принципиальную схему.

1.2 Используя Вашу схему из 1.1, измерьте зависимость напряжения на резисторе от его сопротивления.

1.3 Используя данные из 1.2, постройте график зависимости напряжения на резисторе от силы тока через него.

1.4 Постройте график зависимости мощности, выделяющейся на резисторе от его сопротивления.

1.5 Определите сопротивление резистора, при котором выделяющаяся на нем мощность максимальна. При необходимости проведите дополнительные измерения.

Часть 2. Поглощение лазерного излучения

В данной части работы все измерения проводите при сопротивлении резистора примерно равном 3 кОм. Укажите значение сопротивления, при котором вы проводили измерения. Установите на оптическую скамью между лазером и фотоприемником нейтральный фильтр. С помощью кольца лазера добейтесь того, чтобы максимальное напряжение на резисторе составляло величину, примерно равную 180-190 мВ. Измерения проводите в диапазоне мультиметра 200 мВ. В этом режиме напряжение на мультиметре прямо пропорционально интенсивности падающего света. Светофильтры держите с помощью прищипки и прислоняйте их непосредственно к фотоприемнику.

Интенсивность света I , прошедшего через светофильтр, пропорциональна интенсивности падающего света I_0 :

$$I = kI_0 \quad (1)$$

Коэффициент пропускания k не зависит от интенсивности падающего света, но может зависеть от его длины волны.

2.1 Используя формулу (1), получите зависимость интенсивности света, прошедшего через n одинаковых светофильтров, от числа светофильтров n .

2.2 Измерьте зависимости интенсивности света I_n от числа светофильтров n для всех предоставленных вам светофильтров (серый, желтый, синий). Постройте графики полученных зависимостей в масштабе, позволяющем проверить формулу, полученную вами в п. 2.1.

2.3 Рассчитайте коэффициенты пропускания всех светофильтров. Оцените погрешности найденных значений.

2.4 Измерьте коэффициенты пропускания для пар разных светофильтров: серый + синий, серый + желтый; синий + желтый. Теоретически рассчитайте коэффициент пропускания каждой пары светофильтров.

Часть 3. Поглощение белого света

Замените лазер на белый светодиод. Уберите нейтральный светофильтр. Направьте излучение светодиода на фотоприемник. Установите сопротивление резистора примерно равным 10 кОм. Укажите значение сопротивления, при котором вы проводили измерения.

3.1 Измерьте зависимость интенсивности света I_n от числа светофильтров n для всех предоставленных вам светофильтров (серый, желтый, синий). Постройте графики полученных зависимостей в том же масштабе, что и в части 2.

3.2 Проверьте, выполняется ли формула, полученная в п.2.1 для белого света. Укажите основную причину, приводящую к возможным нарушениям данной зависимости.

3.3 Измерьте коэффициенты пропускания для пар разных светофильтров: серый + синий, серый + желтый; синий + желтый. Используя полученные в эксперименте данные, проверьте, равен ли коэффициент пропускания пары светофильтров произведению коэффициентов пропускания каждого из светофильтров.