

Лабораторная работа № 8

Тема: «Изучение рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: макет двигателя внутреннего сгорания

Задание:

Изучить на примере работы макета такты двигателей внутреннего сгорания Отто и Дизеля, сформировать представление об устройстве и принципе действия двигателей, отличие двухтактного от четырехтактного двигателя.

Рекомендации по выполнению задания:

Работа ДВС невозможна без двух дополнительных систем — системы подачи топлива и системы зажигания. Об этом беспокоятся инжектор или карбюратор со свечами зажигания.

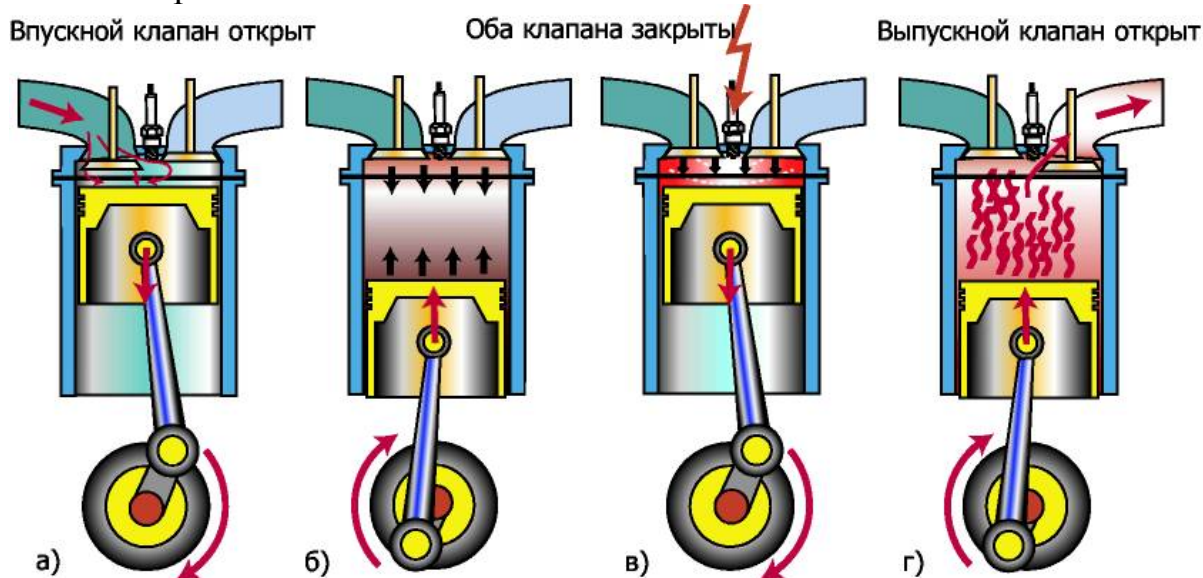
Четырехтактный двигатель соответственно имеет четыре этапа действия.

Первый — поршень идет вниз, при этом открыт впускной клапан открыт — в рабочий объем засасывается порция топливно-воздушной смеси (ТВС).

Второй такт — оба клапана закрыты, поршень идет вверх, сжимая ТВС.

Когда поршень доходит до верхней мертвой точки (ВМТ), второй такт заканчивается.

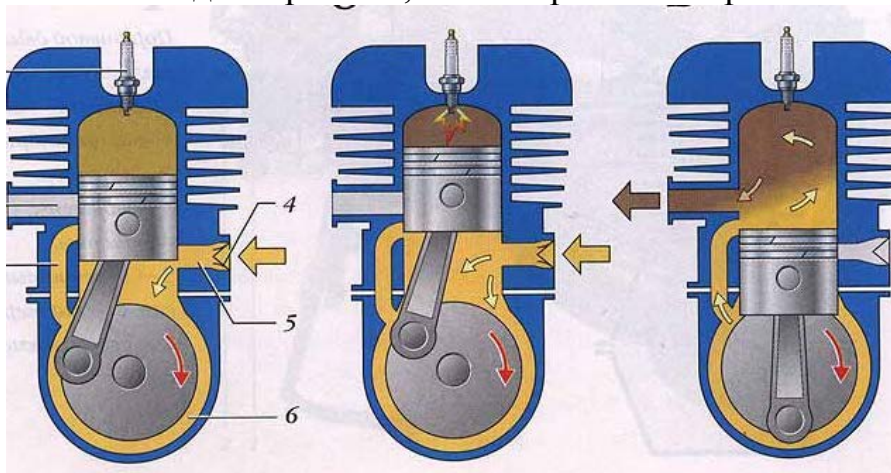
Начинается третий такт — поршень проходит ВМТ, коленвал при этом поворачивается примерно на два-три градуса и происходит запал ТВС путем мощной искры из свечи зажигания. ТВС воспламеняется и начинает расширяться, активно сгорая. Поршень уходит вниз. В нижней мертвой точке НМТ, заканчивается третий такт.



Четвертый такт — поршень идет вверх, открывается выпускной клапан цилиндра — отработанные газы выходят в выхлопной коллектор.

Каждый такт поршневого двигателя внутреннего сгорания обозначает завершённое действие. Например, в двухтактном двигателе тактов два — первый — рабочий, когда топливо засасывается, одновременно с выходом наружу отработанных газов, второй — когда топливо сжимается и происходит его сгорание. В двухтактном двигателе каналы впуска и выпуска входят прямо в

цилиндр, но расположены на разном уровне, что позволяет отработанным газам выходить раньше, чем поршень открывает второй, впускной канал.



Принципиальное и конструктивное отличие заключалось в том, что Дизель предложил сжимать в цилиндре не топливовоздушную смесь, как в двигателях Отто, а воздух. В конце такта сжатия температура воздуха поднималась настолько, что впрыскиваемое в цилиндр топливо возгоралось самостоятельно, т. е. происходило самовоспламенение топлива.

Для осуществления самовозгорания приходилось значительно увеличить степень сжатия, которая в дизельных двигателях в 2-3 раза выше, чем в карбюраторных двигателях.

Дизель, проектируя свой двигатель, предполагал применить стократную степень сжатия, но, как показали первые же испытания, тепловая и механическая напряженность деталей двигателя при таких нагрузках превышала допустимые значения. Опытные образцы не выдерживали нагрузки и разрушались даже при значительном утяжелении конструкции с целью повышения прочности.

Тем не менее, современные разработки по усовершенствованию дизельных двигателей направлены, в том числе, на значительное увеличение степени сжатия, поскольку это напрямую связано с повышением КПД и экономичности двигателя.

Вывод: *(Сделайте общий вывод из проделанной работы)*

Лабораторная работа № 9

Тема: «Исследование процесса теплопередачи»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: калориметр, электроплитка, термометр, сосуд с водой, набор тел одинаковой массы.

Задание:

Описать процессы теплопередачи, при которых происходят в работе по определению удельной теплоемкости твердого тела путем сравнения его с теплоемкостью воды.

Рекомендации по выполнению задания:

При нагреве экспериментальных тел необходимо измерить их температуру. Как наиболее точно это сделать?

Помещаем сосуд с водой на электроплитку тела помещаем в воду за счет свободной конвекции тела будут равномерно по всей поверхности нагреваться от воды за счет свободной конвекции. По объему внутри тела, за счет теплопроводности. Температуру воды измеряем с помощью термометра. Лучше использовать кипящую воду для более точного определения температуры исследуемого тела.

Измеряем температуру жидкости в калориметре. После помещения нагретого тела в калориметр, оно за счет свободной конвекции отдает тепло воде. Для ускорения процесса теплоотдачи включаем мешалку в калориметре.

Конвекция при этом становится вынужденной.

Пример выполнения работы:

Масса воды в калориметре m_1 , кг.	Начальная температура воды t_1 , °C	Масса цилиндра m_2 , кг.	Начальная температура цилиндра t_2 , °C	Конечная температура цилиндра t , °C
0,15	19	0,08	62	21

Вычисления:

Вода получает при нагревании:

$$Q_1 = c_1 m_1(t - t_1) = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,15 \text{кг} \cdot (21 - 19^\circ\text{C}) = 1260 \text{Дж}$$

Цилиндр отдает при охлаждении:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t) \text{ т.к. } Q_1 \approx Q_2 \text{ то } c_1 m_1 (t - t_1) \approx c_2 m_2 (t_2 - t)$$

откуда

$$c_2 \approx \frac{c_1 m_1 (t - t_1)}{m_2 (t_2 - t)} = \frac{Q_1}{m_2 (t_2 - t)} \quad c_2 = \frac{1260 \text{Дж}}{0,08 \text{кг} \cdot 41^\circ\text{C}} \approx 385 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \approx 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

Вывод: Удельная теплоемкость представленного цилиндра оценивается около $400 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$, что близко к табличным значениям удельной теплоемкости меди, цинка и латуни.

Лабораторная работа № 10

Тема: «Исследование способности тел получать заряд - электризация тел»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: две эбонитовые и стеклянная палочки, шерстяная тряпка, лист бумаги, подвижный штатив, электроскоп, электромметр,

Задание: Научиться заряжать тела, определять знак и величину заряда. Переносить заряд от одного тела другому.

Рекомендации по выполнению задания:

1. Получение заряда.

Эбонитовые палочки потрите о шерсть (стеклянную о бумагу) одну установить на подвижный штатив и поднесите к ней сначала эбонитовую, потом стеклянную палочку. Описать наблюдаемую картину (схематично зарисовать).

В процессе проведения опытов по электризации тел трением причиной электризации является не трение, а плотное соприкосновение двух разнородных тел. Причем, чем больше поверхность соприкосновения, тем сильнее заряжаются оба контактирующих тела. Трение же в данном случае является удобным и эффективным методом создания необходимого для электризации плотного соприкосновения тел и увеличения площади поверхности такого контакта.

2. Проверка, что тело имеет заряд.

Зарядите электроскоп отрицательно с помощью эбонитовой палочки потертой о шерсть. Что наблюдаете? (схематично зарисовать)

Потрите о бумагу стеклянную палочку и также поднесите к заряженному отрицательно электроскопу. Что наблюдаете?

Электроскоп — это прибор, который

служит для обнаружения электрического заряда. С его помощью можно составить только качественную характеристику (наличие или отсутствие напряжения).

3. Зарядите электрометр отрицательно с помощью эбонитовой палочки потертой о шерсть. Что наблюдаете? (схематично зарисовать)

Электрометр — прибор для количественного измерения величины электричества («metro» — измерять, мерить). Электрометр — электростатический прибор, оборудованный тремя электродами, находящимися под разными электрическими потенциалами.

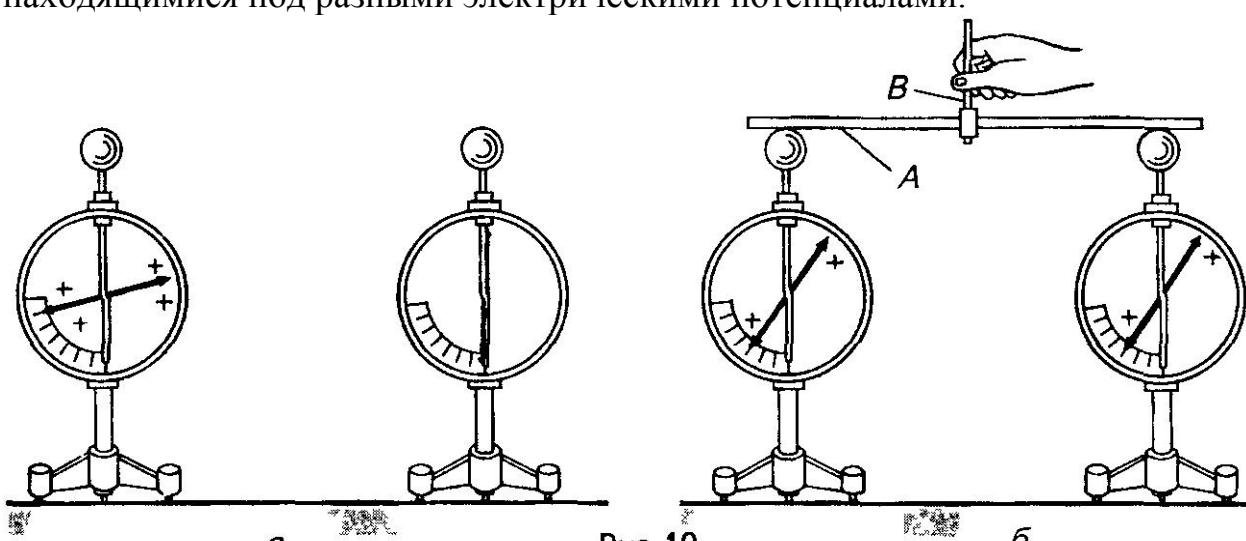
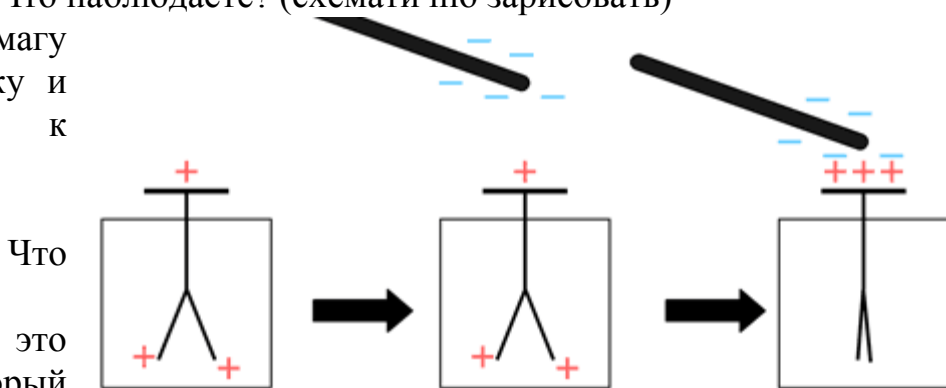


Рис. 10

Сделайте общий вывод из проделанной работы.

Лабораторная работа № 11

Тема: «Изучение изменения сопротивления от свойств проводника»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: источник питания, исследуемый переменный проводник, амперметр, вольтметр, ползунковый реостат, ключ, электрическая лампочка, соединительные провода.

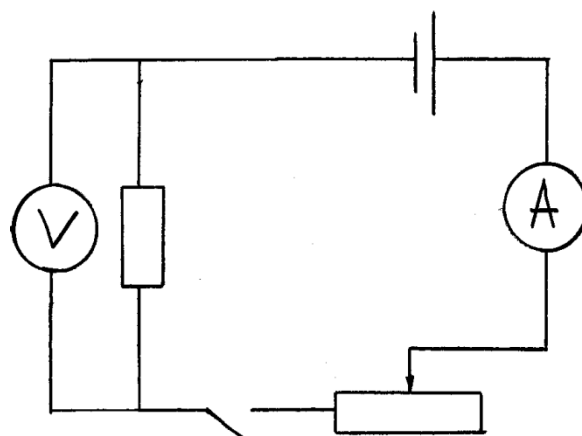
Задание:

Убедиться на опыте в том, что сопротивление проводника не зависит от силы тока в нём и напряжения на его концах. Измерить напряжение и ток на переменном по длине и площади сечения проводнике. Определить зависимость сопротивления от длины и площади сечения.

Рекомендации по выполнению задания:

Ход работы:

1. Соберите цепь, последовательно соединив источник питания, амперметр, спираль, реостат, ключ. Начертите схему этой цепи.
2. Измерьте силу тока в цепи.



3. К концам исследуемого проводника присоедините вольтметр и измерьте напряжение на его концах.

4. С помощью реостата измените сопротивление в цепи и снова измерьте силу тока и напряжение на исследуемом проводнике.

5. Результаты измерений запишите в таблицу.

Таблица

Материал проводника	№ опыта	Длина проводника l	Площадь сечения S , мм ²	Сила тока I , А	Напряжение U , В	Сопротивление $R = U/I$, Ом
	1					
	2					
	3					
Лампа						

6. Используя закон Ома, вычислите сопротивление проводника по данным каждого опыта. Результаты вычислений занесите в таблицу.

7. Сравнить изменение сопротивления при увеличении длины проводника в 2 раза.

8. Сравнить изменение сопротивления при увеличении площади сечения проводника в 2 раза.

Сформулировать вывод о полученных результатах.

Лабораторная работа № 12

Тема: «Изучение закона Ома для участка цепи»

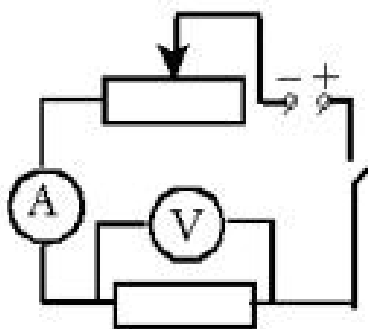
Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, и реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

Задание: показать, что сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника (закон Ома).

Рекомендации по выполнению задания:

Для выполнения работы соберите электрическую цепь из источника тока, амперметра, реостата, проволочного резистора сопротивлением 2 Ом и ключа. Параллельно проволочному резистору присоедините вольтметр (см. схему).



Обозначение на схемах электрических цепей:

амперметр - , вольтметр - , ключ - 

сопротивление - , реостат - 

I – сила тока измеряется в амперах [А],

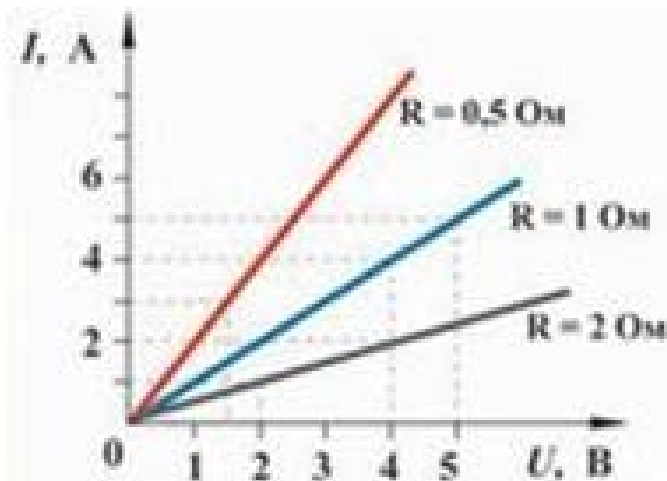
U – напряжение, - Вольт [В],

R – сопротивление - Ом [Ом].

1. Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи. Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в табл. 1.

Таблица 1. Сопротивление участка 2 Ом

U, В					
I, А					



По данным опытов постройте график зависимости силы тока от напряжения.

Графическая зависимость силы тока I от напряжения U – вольт-амперная характеристика:

2. Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах. Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор

сначала сопротивлением 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, 2 В. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте в табл 2.

Таблица 2. Постоянное напряжение на участке 2 В

R, Ом								
I, А								

По данным опытов постройте график зависимости силы тока от сопротивления.

Контрольные вопросы

1. Что такое электрический ток?
 2. Дайте определение силы тока. Как обозначается? По какой формуле находится?
 3. Какова единица измерения силы тока?
 4. Каким прибором измеряется сила тока? Как он включается в электрическую цепь?
 5. Дайте определение напряжения. Как обозначается? По какой формуле находится?
 6. Какова единица измерения напряжения?
 7. Каким прибором измеряется напряжение? Как он включается в электрическую цепь?
 8. Дайте определение сопротивления. Как обозначается? По какой формуле находится?
 9. Какова единица измерения сопротивления?
 10. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
- Сделайте вывод.

Лабораторная работа № 13

Тема: «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»

Количество часов 2

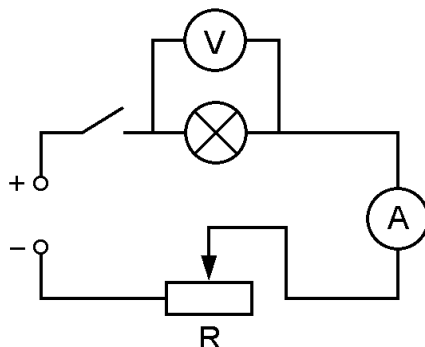
Материально-техническое обеспечение: источник тока, реостат, ключ, соединительные провода, амперметр, вольтметр.

Задание:

С помощью амперметра, вольтметра и источника тока установить сопротивление переменного реостата 3 Ом. Собрать схему и измерив ток и общее сопротивление цепи рассчитать сопротивление источника тока.

Рекомендации по выполнению задания:

Схема электрической цепи, которой пользуются в этой работе, показана на рисунке.



При разомкнутом ключе измерьте ЭДС источника тока.

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

При замкнутом ключе измерьте силу тока в цепи и напряжение внешней цепи: $I_{\text{пр}} = \underline{\hspace{2cm}}$, $U_{\text{пр}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Результаты измерений запишите в таблицу.

№	I, A	$\mathcal{E}, \text{В}$	$r, \text{Ом}$	$U, \text{В}$	$\Delta \mathcal{E}, \text{В}$	$\Delta I, \text{A}$	$\Delta r, \text{Ом}$	$\varepsilon_{\mathcal{E}}, \%$	$\varepsilon_r, \%$

Вычислите внутреннее сопротивление источника тока.

$$r = (\mathcal{E} - U) / I = \underline{\hspace{2cm}}$$

Вычислите абсолютную погрешность измерения ЭДС источника.

$$\Delta \mathcal{E} \approx \Delta U \quad (\text{т.к. } R \gg r)$$

$$\Delta U = \Delta_{\text{и}}U + \Delta_0U$$

$$\Delta_{\text{и}}U = 0,15 \text{ В} \quad \Delta_0U = 0,1 \text{ В}$$

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta U = \underline{\hspace{2cm}}$$

Вычислите абсолютную погрешность измерения внутреннего сопротивления.

$$\Delta r = \varepsilon_r \cdot r = \underline{\hspace{2cm}}$$

Результаты вычислений занесите в таблицу.

Запишите результаты измерений ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока в виде: $\mathcal{E} = \mathcal{E} \pm \Delta \mathcal{E}$

$$\mathcal{E} = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \varepsilon_{\mathcal{E}} = \underline{\hspace{2cm}}\%$$

$$r = r \pm \Delta r$$

$$r = \underline{\hspace{2cm}}, \quad \varepsilon_r = \underline{\hspace{2cm}}\%$$

Вывод

Лабораторная работа № 14

Тема: «Изучение зависимости силы Ампера от силы тока в проводнике»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: прибор демонстрирующий силу ампера, вольтметр, амперметр, лампочка, переменное сопротивление.

Задание:

Найти экспериментальную зависимость магнитной индукции поля, действующего на проводник с током в зазоре постоянного магнита, от угла поворота стрелки. Проанализировать полученные результаты.

Рекомендации по выполнению задания:

Порядок выполнения работы

1. Составляют спецификацию измерительных приборов.
2. Включают цепь питания проводника длиной l и устанавливают минимальное значение тока $I=0,1$.
3. Определяют угол φ поворота в делениях шкалы стрелочного прибора.
4. Заносят измеренные значения I и φ в таблицу.
5. Указанные измерения производят для нескольких значений тока I .

Таблица результатов

№ Измер.	I, mA	$\varphi, \text{дел.}$	$\varphi, \text{град.}$	$\sin(140^\circ - \varphi)$	$B \cdot l, \text{Тл}$
1					
2					
3					

Вывод

Лабораторная работа № 15

Тема: «Изучение явления электромагнитной индукции»

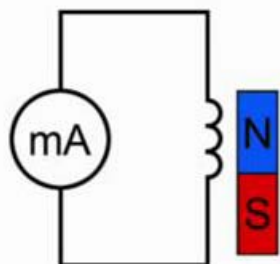
Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: миллиамперметр, катушка-моток, дроссельная катушка, реостат, ключ, источник тока, соединительные провода, магнит полосовой.

Задание:

Выяснение условий возникновения индукционного тока. Изучение направления индукционного тока. Изучение величины индукционного тока.

Рекомендации по выполнению задания:



Начнем лабораторную работу со сбора установки. Чтобы собрать схему, которую мы будем использовать в лабораторной работе, присоединим моток-катушку к миллиамперметру и используем магнит, который будем приближать или удалять вдоль катушки (поперек витков).

Проверьте, одинаковым ли будет направление индукционного тока, если:

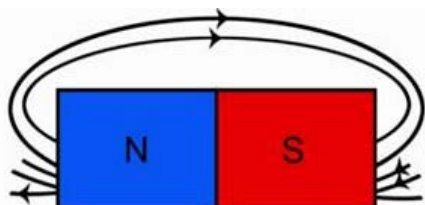
- вводить в катушку и удалять магнит северным полюсом;
- вводить магнит в катушку магнит северным полюсом и южным полюсом.

– приближайте магнит к неподвижной катушке медленно и с большей скоростью, отмечая, на сколько делений (N_1 , N_2) отклоняется стрелка миллиамперметра.

Выясните, что изменялось в каждом случае. Сделайте вывод о том, от чего зависит направление индукционного тока.

Объяснение:

Обратите внимание, что линии магнитной индукции выходят из северного

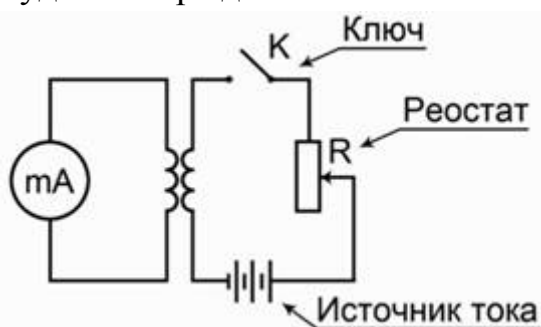


полюса, входят в южный полюс. При этом количество этих линий, их густота различна на разных участках магнита. Направление индукции магнитного поля тоже изменяется от точки к точке. Поэтому можно сказать, что изменение магнитного потока приводит к тому,

что в замкнутом проводнике возникает электрический ток, но только при движении магнита, следовательно, изменяется магнитный поток, пронизывающий площадь, ограниченную витками этой катушки.

О направлении индукционного тока мы можем судить по тому, в какую сторону отклоняется стрелка миллиамперметра. При приближении магнита стрелка отклонится в одну сторону. Если теперь магнит двигать в другую сторону, стрелка отклонится в другую сторону. В результате проведенного эксперимента мы можем сказать, что от направления движения магнита зависит и направление индукционного тока. Отметим и то, что от полюса магнита тоже зависит направление индукционного тока. Величина индукционного тока зависит от скорости перемещения магнита, а вместе с тем и от скорости изменения магнитного потока.

Вторая часть нашей лабораторной работы связана будет с другим экспериментом. Посмотрим на схему этого эксперимента и обсудим, что мы будем теперь делать.



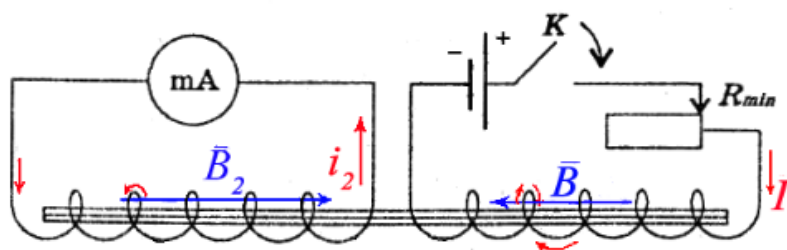
Теперь изменение магнитного потока мы будем получать не за счет движения постоянного магнита, а за счет изменения силы тока во второй катушке.

В первой части будем исследовать наличие индукционного тока при замыкании и размыкании цепи. Итак, первая часть эксперимента: мы замыкаем ключ. Обратите внимание, ток нарастает в цепи, стрелка отклонилась в одну сторону, но обратите внимание, сейчас ключ замкнут, а электрического тока миллиамперметр не показывает. Дело в том, что нет изменения магнитного потока, мы уже об этом говорили. Если теперь ключ размыкать, то миллиамперметр покажет, что направление тока изменилось.

Во втором эксперименте мы проследим, как возникает индукционный ток, когда меняется электрический ток во второй цепи.

Следующая часть опыта будет заключаться в том, чтобы проследить, как будет изменяться индукционный ток, если менять величину тока в цепи за

счет реостата. Вы знаете, что если мы изменяем электрическое сопротивление в цепи, то, следуя закону Ома, у нас будет меняться и электрический ток. Раз изменяется электрический ток, будет изменяться



магнитное поле. В момент перемещения скользящего контакта реостата изменяется магнитное поле, что приводит к появлению индукционного тока.

1. В катушку из медного провода сначала быстро, затем медленно вдвигают магнит. Одинаковый ли электрический заряд при этом переносится через сечение провода катушки?

2. Возникнет ли индукционный ток в резиновом кольце при введении в него магнита?

Сделайте общий вывод, от чего зависит индукционный ток.

Лабораторная работа № 16

Тема: «Измерение показателя преломления стекла»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: источник электропитания, лампа, ключ, пластина с параллельными гранями, кювета с водой, планшет, лист с разметкой, соединительные провода.

Задание:

Расчитать показатель преломления стекла определив угол преломления луча света при прохождении стекла

Рекомендации по выполнению задания:

1. Накройте планшет листом с разметкой. На листе разместите лампу и ключ. В 3 – 4 см от лампы поставьте экран со щелью.
2. Лампу соедините с ключом и подключите к источнику электропитания.
3. Включите лампу и, перемещая экран, добейтесь, чтобы выходящий из его щели узкий луч света распространялся вдоль центральной линии разметки.
4. В 3 – 4 см от экрана разместите стеклянную пластину так, чтобы свет падал под некоторым углом на середину ее малого основания. Схема установки изображена на рисунке 1.
5. Обратите внимание на то, как изменился ход луча, вышедшего из пластины, по сравнению с тем,

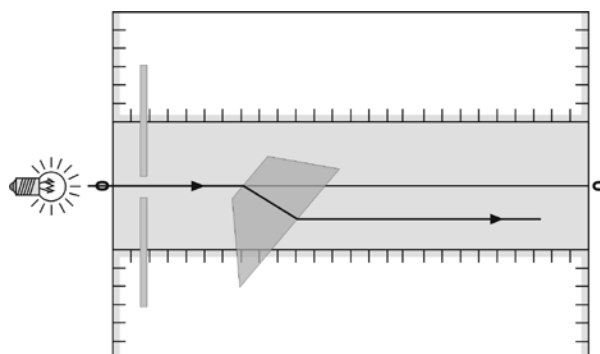


Рис. 1

- каким он был до падения света на пластину.
6. Поворачивая пластину относительно падающего на нее света, установите как меняется ход луча, вышедшего из пластины, в зависимости от угла падения света на ее поверхность.
 7. Увеличивая угол падения света на пластину до такой величины, при которой вышедший луч еще хорошо виден, заметьте величину смещения вышедшего из пластины луча.
 8. Поставьте пластину на большое основание (рис. 2), но так, чтобы угол падения света на боковую грань не изменился, и вновь заметьте смещение вышедшего из пластины луча.
 9. Сделайте вывод о том, как толщина пластины влияет на смещение светового луча.
 10. Замените стеклянную пластину прозрачной кюветой, заполненной водой.
 11. Установите, может ли прямоугольная кювета с водой оказывать на распространение света такое же действие, как стеклянная пластинка с параллельными гранями.
 12. Подготовьте отчет о проделанных наблюдениях, в котором необходимо:
 - нарисовать ход луча света через пластину с параллельными гранями,
 - указать как величина угла падения света на одну из параллельных граней влияет на ход вышедшего из пластины луча,
 - указать как толщина пластины влияет на ход вышедшего из пластины луча,
 - сравнить действия стеклянной пластины с параллельными гранями и прямоугольной кюветы с водой на распространяющийся через них световой луч.

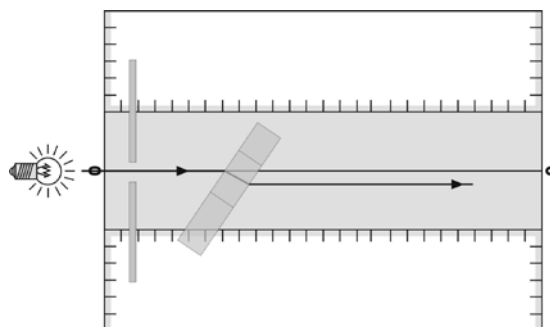


Рис. 2

Вывод:

Лабораторная работа № 17

Тема: «Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: источник электропитания, лампа, ключ, магнитный держатель, собирающая линза, лист с разметкой, планшет, экран, соединительные провода.

Задание:

Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы с помощью формулы линзы

Рекомендации по выполнению задания:

Проведение эксперимента:

Прежде чем приступить к работе, вспомните формулу тонкой линзы и формулу связи оптической силы линзы и ее фокусного расстояния.

Постройте изображение в собирающей линзе для случая $f < d < 2f$

1.Замкните ключ и перемещая держатель с линзой между лампой и экраном, получите на экране четкое изображение светящейся нити лампы.

2.Измерьте расстояние от нити лампы до центра линзы – f .

3.Измерьте расстояние от центра линзы до экрана - d .

4.Из формулы линзы получите выражение для определения фокусного расстояния линзы по известным расстояниям от предмета до линзы и от линзы до изображения.

5.Вычислите фокусное расстояние и оптическую силу линзы.

6.Найдите ещё одно- два положения линзы, при котором на экране получается четкое изображение нити лампы.

7.Повторите действия, указанные в пунктах 2,3,4,5 и сравните полученные значения фокусного расстояния.

Ввод: _____

1.Измерьте толщину линзы в мм. $h=$

2.Вычислите абсолютную погрешность измерения оптической силы линзы по формуле:

$$\Delta D = h/d_{\text{ср}}^2 + h/f_{\text{ср}}^2$$

3.Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

Таблица результатов измерений и вычислений:

№ опыта	$f \cdot 10^{-3}, \text{м}$	$f_{\text{ср}} \cdot 10^{-3}, \text{м}$	$d \cdot 10^{-3}, \text{м}$	$d_{\text{ср}} \cdot 10^{-3}, \text{м}$	$D_{\text{ср}}, \text{дптр}$	$\Delta D, \text{дптр}$	$F_{\text{ср}}, \text{м}$
1							
2							
3							

4.Запишите результат в виде $D = D_{\text{ср}} + \Delta D$

Вывод: _____

Лабораторная работа № 18

Тема: «Измерение длины световой волны»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: источник электропитания, лампа, ключ, экран со щелью, дифракционная решетка, магнитный держатель, планшет, лист с разметкой, соединительные провода.

Задание:

Измерить длину волны красного и фиолетового света и сравнить полученные значения

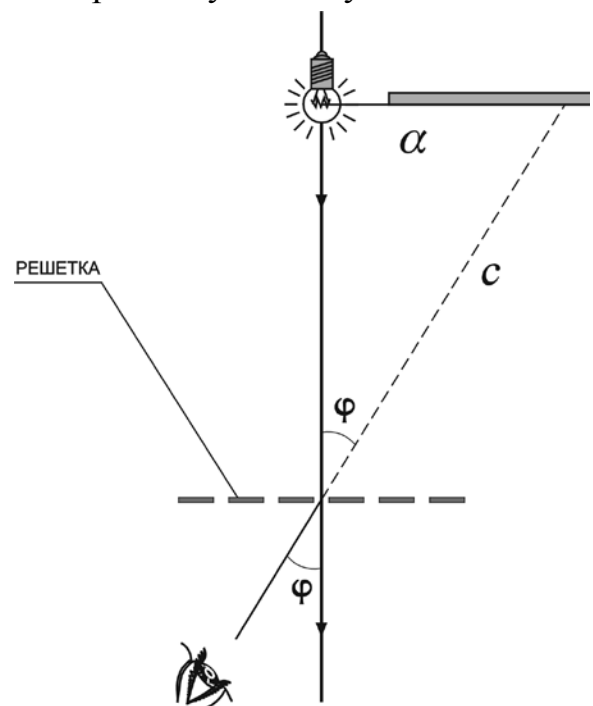
Рекомендации по выполнению задания:

Ход работы.

1. Соберите установку, как показано на рисунке. Планшет накройте листом с разметкой. На одном краю планшета поверх листа с разметкой размещают

лампу, ключ и экран. Лампу устанавливают так, чтобы ее нить накала располагалась над осевой линией координатной сетки. Плоскость экрана и нить накала лампы должны располагаться на одной линии координатной сетки.

2. Лампу и ключ соедините последовательно и подключите к источнику электропитания.
3. На противоположной стороне планшета установите держатель с закрепленной на нем дифракционной решеткой. Центр дифракционной решетки должен располагаться на одной линии с центром нити накаливания лампы.
4. Включите лампу и, посмотрев на нее сквозь дифракционную решетку, наблюдайте дифракционные спектры первого порядка. Чтобы увидеть дифракционную картину необходимо смотреть на лампу под некоторым углом относительно линии, соединяющей решетку и лампу.
5. Перемещая экран вдоль координатной линии, совместите его щель с линией красного цвета дифракционного спектра.
6. Измерьте по координатной сетке расстояние от лампы до решетки и расстояние от середины нити лампы до щели экрана.
7. Используя формулу для определения положения дифракционного максимума, вычислите величину длины волны красного света.
8. Повторите измерения и вычислите длину волны фиолетового света.
9. Сопоставьте результаты вычислений и укажите, какому цвету соответствует меньшая длина волны.



Вывод

Лабораторная работа № 19

Тема: «Определение постоянной Планка»

Количество часов 2

Материально-техническое обеспечение: платформа с лазером и схемой питания, дифракционная решетка, линейка с магнитами, метр демонстрационный, цифровой вольтметр демонстрационный.

Задание:

Определить постоянную Планка с помощью полупроводникового лазера.

Рекомендации по выполнению задания:

Постоянная Планка - (квант действия) — основная константа квантовой теории, коэффициент, связывающий величину энергии кванта электромагнитного излучения с его частотой так же, как и вообще величину кванта энергии любой линейной колебательной физической системы с её частотой. Связывает энергию и импульс с частотой и пространственной частотой, действия с фазой. Является квантом момента импульса. Впервые упомянута Планком в работе, посвящённой тепловому излучению, и потому названа в его честь. Обычное обозначение — латинское h .

Планку удалось вычислить значение h из экспериментальных данных по излучению чёрного тела: его результат был $6,55 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, с точностью 1,2 % от принятого сейчас значения - $h=6,62606957(29) \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Методы измерения постоянной Планка

Постоянная Планка может быть определена тремя способами: тепловое излучение; фотоэффект; анализ спектра тормозного рентгеновского излучения.

Порядок выполнения эксперимента

Электрическая экспериментальная схема установки представлена на рис. 1. Все элементы этой цепи за исключением вольтметра

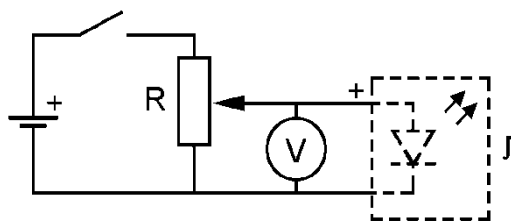


Рис 1

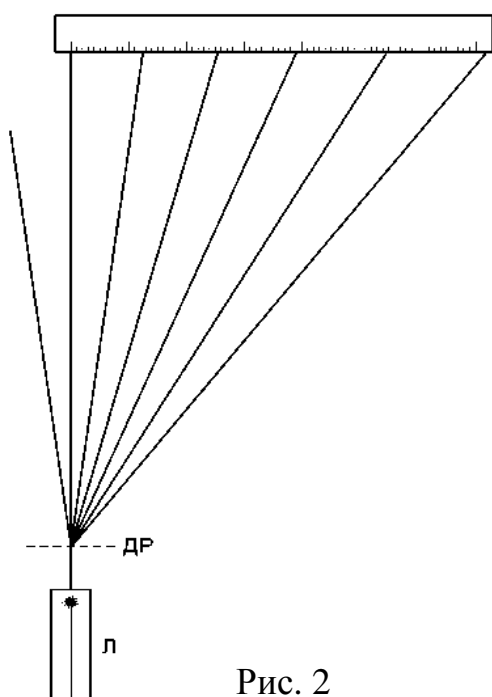


Рис. 2

смонтированы на платформе. Напряжение на полупроводниковом лазере регулируется с помощью переменного резистора. Для измерения напряжения используется демонстрационный цифровой вольтметр (из комплекта цифровых измерителей тока и напряжения), который подключается к имеющимся на платформе клеммам. Напряжение должно измеряться с точностью **0.1 В**.

Соберите оптическую схему экспериментальной установки, представленную на рис. 2. Платформа с полупроводниковым лазером устанавливается в левом нижнем углу классной доски. Включите лазер и

установите напряжение питания $3 В$. Направьте луч лазера вертикально вверх параллельно боковому краю доски. Линейка для измерения угла дифракции закрепляется с помощью имеющихся на ней магнитов в верхнем углу доски и ориентируется параллельно верхней кромке доски (такое расположение обеспечивает перпендикулярность линейки направлению распространения луча лазера). Начало шкалы линейки совмещается с точкой пересечения луча с линейкой.

Установите дифракционную решетку на второй магнитный держатель, имеющийся на платформе. Решетка поворачивается таким образом, чтобы плоскость дифракции была параллельна плоскости доски. При этом дифракционные максимумы должны попасть на линейку.

Определите угол между нулевым и, например, третьим порядком дифракции. В соответствии со схемой, приведенной на рис. 2, тангенс этого угла вычисляется по формуле $tg \varphi = a/b$, где a – расстояние от нулевого порядка дифракции до выбранного порядка дифракции (измеряется по линейке, установленной в верхней части доски), а b – расстояние от дифракционной решетки до пятна, создаваемого на линейке лучом лазера в нулевом порядке дифракции (измеряется с помощью обычной линейки или демонстрационного метра).

Вычислите длину волны λ и частоту ν излучения лазера:

$$\lambda = d \cdot \sin \varphi / n, \quad \nu = c / \lambda,$$

c - скорость света.

Уберите дифракционную решетку из оптической схемы и обратите внимание учащихся на яркость красного пятна вблизи нулевого деления шкалы линейки и на значение напряжения, которое показывает цифровой измерительный прибор. Вращая ручку потенциометра, плавно уменьшайте напряжение питания до тех пор, пока пятно на экране станет едва заметным. Показание вольтметра в этот момент можно считать равным пороговому напряжению включения лазера.

Определите значение постоянной Планка на основе соотношения:

$$h \cdot \nu = e \cdot U$$

$$h = e \cdot U / \nu.$$

Расчет постоянной Планка

а, м	б, м	U, В	tg φ	λ , м	ν , Гц	h, Дж*с

$$e = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Кл}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

a – расстояние от нулевого порядка дифракции до выбранного порядка дифракции

b – расстояние от дифракционной решетки до пятна, создаваемого на линейке лучом лазера в нулевом порядке дифракции

λ - длина волны излучения $\lambda = d \cdot \sin \varphi / n$

d - период решетки $d \cdot \sin \varphi = n \cdot \lambda$.

φ - угол падения луча на дифракционную решетку $tg \varphi = a/b$

n - порядок дифракции

ν - частоту излучения лазера $\nu=c/\lambda$,
с - скорость света
 h – постоянная Планка $h= e \cdot U/\nu$
U – напряжение $h \cdot \nu = e \cdot U$
e – заряд электрона

Погрешность измерений при вычислении постоянной Планка.

Имеются как практические, так и теоретические трудности при определении h . Так, наиболее точные методы теплового излучения и Анализ спектра тормозного рентгеновского излучения не полностью согласуются друг с другом по своим результатам.

Теоретические трудности вытекают из того, что все методы, кроме анализа спектра тормозного рентгеновского излучения, основаны на теоретической базе эффекта Джозефсона и квантового эффекта Холла. При некоторой возможной неточности этих теорий возникнет и неточность в определении постоянной Планка. При этом полученное значение постоянной Планка уже не может использоваться как тест для проверки этих теорий во избежание замкнутого логического круга. Положительным моментом является то, что имеются независимые статистические способы проверки этих теорий.

На точность определения постоянной Планка в нашей работе будут влиять такие физические величины, как ϕ - угол и U напряжения включения лазера.

Вывод работы

(Проверить выполнение цели работы. Что узнал нового? Какие практические умения приобрёл? Оценить правдоподобность результатов)