

Государственное областное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
«Усманский многопрофильный колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И  
ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

По учебному предмету УПВ.02 **Физика**

---

Программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)

---

по программе базовой подготовки

---

---

Усмань 2018

Методические указания по организации и проведению практических работ по учебному предмету УПВ.02 Физика

Организация-разработчик: Государственное областное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Усманский многопрофильный колледж»

Разработчики:

Мухоморов В. В. Преподаватель технических дисциплин

Рассмотрены и утверждены на заседании предметно-цикловой комиссии естественнонаучных дисциплин

Протокол № 6 от 29.06.2018 г.

Председатель предметно-цикловой комиссии естественнонаучных дисциплин \_\_\_\_\_ Коровина Т.В.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебно-методической работе



Думма Т.А.

## Введение

Практические работы проводятся с целью усвоения и закрепления практических умений и знаний. В ходе практической работы студенты приобретают умения, предусмотренные рабочей программой УД, учатся сравнивать различные источники информации, применять разнообразные источники информации, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

Целями выполнения практических работ является:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов; аналитических, проектировочных, конструктивных и др.
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

В процессе изучения физики очень большое значение имеет решение задач, так как оно позволяет закрепить теоретический материал курса, разобраться в различных законах и границах их применения, способствует их запоминанию. Кроме того, при этом развиваются навыки использования этих законов для выяснения конкретных практических вопросов. Таким образом, выполнение задач в практических работах является проверкой степени усвоения студентами теоретического материала и может служить критерием знания курса.

Предлагаемое пособие содержит материал 29 практических работ по физике (согласно рабочей программе), краткую теорию, предлагаемые студентам для теоретической подготовки к занятиям вопросы; подробные методические указания по решению задач; примеры решения задач; задачи для самостоятельного решения по вариантам.

Практическая работа рассчитана на выполнение в течение двух учебных часов.

Примерный план решения задачи:

1. Работа над условием:
  - Краткая запись условия и выяснение смысла терминов (рисунки, чертежи).
  - Анализ физических явлений, процессов, описанных в задаче.
  - Запись упрощающих предположений.
2. Поиск необходимых уравнений, связывающих физические величины, которые характеризуют рассматриваемое явление, процесс.
3. Решение задачи в общем виде.
4. Анализ полученного результата (действие с наименованиями, проверка на частных случаях, решение другим способом).

5. Приведение всех данных к СИ (если это необходимо).

6. Получение числового ответа.

В процессе выполнения практической работы студенты в отчёт должны внести:

название практической работы;

цель работы;

решение выполненных заданий практической работы.

Оценка за выполнение практических работ выставляется по пятибалльной системе и учитывается как показатель текущей успеваемости студентов.

Данные методические указания по организации и проведению практических работ составлены в соответствии с содержанием рабочей программы УП УПВ02 Физика специальностей специалистов среднего звена.

УПВ02 Физика изучается в течение одного учебного года. Общий объем времени, отведенный на выполнение практической работы по учебной дисциплине Физика, составляет в соответствии с учебным планом и рабочей программой – 156 часов.

Методические указания призваны помочь студентам правильно организовать работу и рационально использовать свое время при овладении содержанием учебного предмета Физика, закреплении теоретических знаний и умений.

## Практическое занятие №1.

### Виды движения и их графическое описание.

**Цель работы:** выявить уровень навыков и умений работы с графиками движения тел, т.е. умения студентов определять данные по графику и находить другие физические величины, используя графические данные.

### Текст практического задания №1.

1. По графику зависимости скорости от времени определить:

- 1) вид движения;
- 2) начальную скорость;
- 3) конечную скорость;
- 4) начальное время движения;
- 5) конечное время движения;
- 6) время движения тела.

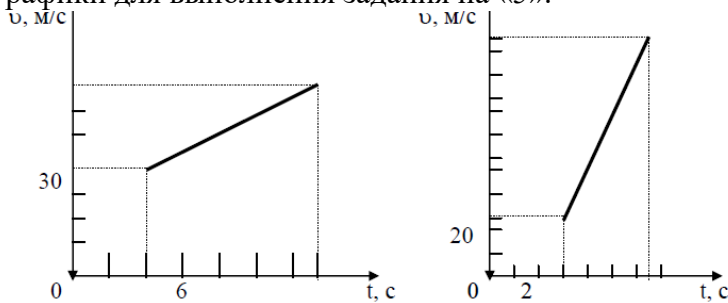
2. Вычислить:

- 1) ускорение с которым движется тело;
- 2) пройденный путь.

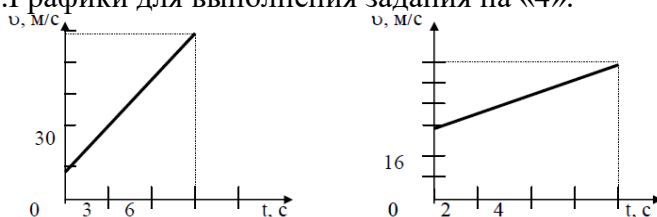
3. Записать уравнение скорости.

### Графики

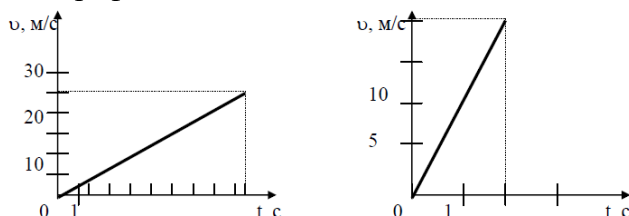
1. Графики для выполнения задания на «5».



2. Графики для выполнения задания на «4».



3. Графики для выполнения задания на «3».



3. Известно уравнение координаты материальной точки от времени:  $x = 4 + 2t - 4t^2$ . Запишите уравнение скорости и ускорения для данной точки. Постройте графики.
4. Каково ускорение поезда, если имея при подходе к станции начальную скорость 90 км/ч, он остановился за 50 с?
5. Определите ускорение самолета и пройденный им за 10 с путь, если скорость самолета увеличилась за это время со 180 до 360 км/ч.

Время на подготовку и выполнение: 90 минут

## Шкала оценки образовательных достижений.

За каждое верно выполненное задание ставится один балл.

«5» - 12 баллов, если все задания выполнены верно.

«4» - 10 - 9 баллов, если верно выполнены 10 заданий или 12 - 11 заданий выполнены с недочетами.

«3» - 7 - 6 баллов, если выполнены верно 6 заданий или 10-8 заданий с недочетами.

«2» - < 6 баллов, если верно выполнены 6 задания или 7 заданий с ошибками.

Если в работе у физических величин отсутствует единица измерения, то оценка снижается на 1 балл; если отсутствует у некоторых физических величин, то из общей суммы баллов вычитается 1 балл. Если физические величины имеют неправильные обозначения, то работа оценивается «2».

**Практическое занятие №2.** Изучение движения тела под действием постоянной силы.

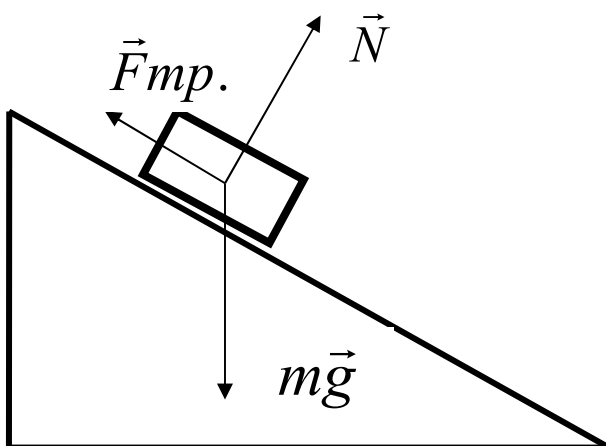
**Текст практической работы №2.**

**Цель работы:** 1) доказать, что движение тела равноускоренное;

2) вычислить ускорение движения.

**Оборудование:** штатив, направляющая рейка, каретка, секундомер с двумя датчиками.

**Схема установки:**



На тело действуют 3 силы. Если геометрическая сумма сил больше нуля, тело движется с ускорением.

Согласно второму закону Ньютона  $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр.} = m\vec{a}$

**Ход работы:**

1. Установить направляющую рейку при помощи штатива под углом  $30^0$  ( $h=22$  см).
2. К секундомеру подключить датчики. Один датчик установить на расстоянии 6 см от начала рейки. Второй- датчик будет устанавливаться на расстоянии 25см, 30см, 35см.
3. Каретку устанавливаем на направляющую рейку так, чтобы магнит располагался на расстоянии менее 1 см от первого датчика.

Отпустить каретку и определить время движения каретки между датчиками. Опыт повторить 3 раза. Результаты измерений записать в таблицу.

Таблица

№ серии	S, м	t, с	t <sub>ср.</sub> , с	a, м/с <sup>2</sup>	a <sub>ср.</sub> , м/с <sup>2</sup>	$\frac{\Delta a}{a}$	$\Delta a$ , м/с <sup>2</sup>
1	0,25	t <sub>1</sub> = t <sub>2</sub> = t <sub>3</sub> =					

2	0,30	t <sub>1</sub> = t <sub>2</sub> = t <sub>3</sub> =					
3	0,35	t <sub>1</sub> = t <sub>2</sub> = t <sub>3</sub> =					

Обработка результатов:

1. При движении с ускорением, (если  $v_0=0$ ) 
$$S = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Должно выполняться соотношение 
$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2$$

Проверьте выполнение этого равенства. Сделайте вывод.

2. По результатам опытов вычислите ускорение:

$$a = \frac{2 S}{t^2} ;$$

Результаты занесите в таблицу.

3. Вычислите максимальную относительную погрешность:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta S}{S} + 2 \frac{\Delta t}{t}$$

4. Вычислите абсолютную погрешность:  $\Delta a = \varepsilon \cdot a_{cp}$ .

4. Сделайте вывод.

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- правильно выполнил анализ погрешностей;
- соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,

б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,

в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,

г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,

б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,

в) или входе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы ( например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора ( неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа ( нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.



- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие №3.** Изучение закона сохранения импульса и реактивного движения.

**Текст практической работы №3.**

**Цель работы:** экспериментально подтвердить справедливость закона сохранения импульса для двух шаров разной массы при их центральном столкновении.

**Оборудование:** весы учебные; желоб дугообразный, желоб прямой, стальной шарик, пластиковый шарик, стержень штатива с муфтой, укладочный пенал, листы белой и копировальной бумаги.

**Указания к работе.**

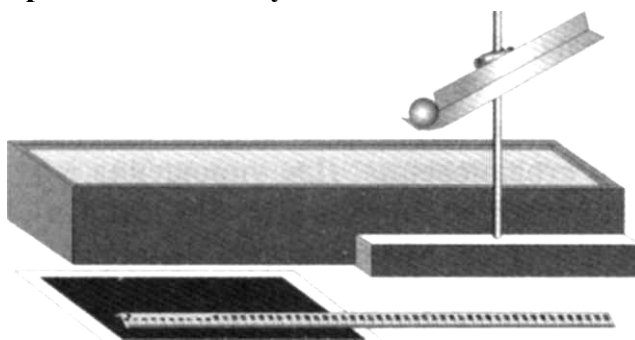
В данной работе исследуют изменение импульсов двух шаров, которое происходит в результате их центрального столкновения. Для упрощения измерений процесс их соударения рассматривают в системе отсчета, относительно которой один из шаров до удара покоился. Массы шаров подобраны так, что после удара они будут двигаться в ту же сторону, куда двигался один из них, двигался до удара о другой. В этих условиях закон сохранения импульса для двух шаров можно записать в алгебраической форме:

$$p_1 + 0 = p_1' + p_2' \quad (1) \text{ или } m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (2).$$

Для приведения шаров в движение используют дугообразный желоб.

**Настройка установки для проведения опыта проводится в следующей последовательности:**

- Дугообразный желоб закрепляют в муфте штатива.
- Муфту перемещают вниз по стержню штатива до тех пор, пока нижний край желоба с отогнутым концом не коснется стола.
- Крепление желоба в муфте ослабевают и корректируют его положение так, чтобы край его отогнутой части расположился вдоль поверхности стола.
- В этом положении желоб снова жестко закрепляют в муфте. Затем муфту с желобом перемещают по стержню штатива вверх на высоту 10-12 см..



Столкновение шаров происходит после того, как один из них помещают на край горизонтального участка желоба, а второй пускают по желобу с некоторой высоты. После столкновения шары, описав параболические траектории, падают на поверхность стола.

Так как сразу после соударения скорости шаров направлены горизонтально, определить их можно, измерив высоту  $H$  горизонтальной части желоба и расстояние  $L$ , которое пролетел каждый шар над столом. Уравнения движения каждого шара относительно горизонтальной и вертикальной оси выглядят соответственно так:

$$L = vt \quad (3) \text{ и } H = gt^2/2 \quad (4)$$

Из (3) следует, что

$$v = L/t \quad (5).$$

Если из (4) выразить время полета и подставить его в (5), то

$$v = L \sqrt{\frac{g}{2H}} \quad (6)$$

Этой формулой и пользуются для определения скорости шаров. Массы шаров измеряют взвешиванием на весах. Данные измерений и вычислений сводят в таблицу.

№ опыта	$m_1$ кг	$m_2$ кг	$H$ м	$L_1$ м	$v_1$ м/с	$p_1$ кгм/с	$L_1^1$ м	$L_2^1$ м	$v_1^1$ м/с	$v_2^1$ м/с	$p_1^1$ кгм/с	$p_2^1$ кгм/с
---------	-------------	-------------	----------	------------	--------------	----------------	--------------	--------------	----------------	----------------	------------------	------------------

Измерения высоты и дальности проводят с помощью внешней шкалы прямого желоба. Для определения точки падения шара место его предполагаемого падения на стол накрывают листом белой бумаги, покрытым копиркой копировальным слоем вниз. Для определения импульса шара, которым он обладает перед ударом, его пускают с желоба в отсутствие второго. Место пуска помечают меткой. Измерив высоту горизонтального участка желоба  $H$  и дальность полета первого шара  $L_1$  вычисляют скорость шара на горизонтальном участке желоба, а затем и его импульс  $p_1$ . Затем второй шар устанавливают на краю горизонтальной части желоба и повторяют пуск первого шара от нанесенной метки. Еще раз измеряют дальность полета первого шара  $L_1^1$  и второго -  $L_2^1$ . Определив на основании этих данных импульсы первого  $p_1^1$  и второго шара  $p_2^1$  после удара проверяют справедливость равенства (1). Сделайте вывод.

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- правильно выполнил анализ погрешностей;
- соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

### **Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

### **К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

### **Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие №4.** Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости.

### **Текст практической работы №4.**

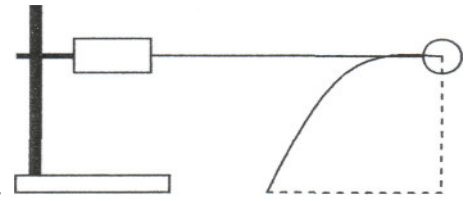
**Цель работы:** Сравнить экспериментально уменьшение потенциальной энергии пружины с увеличением кинетической энергии тела, связанного с пружиной.

**Приборы и материалы:** штатив, динамометр, шарик на нити, лист белой и лист копировальной бумаги, сантиметровая лента, весы.

## Теоретическая часть.

На основании закона сохранения и превращения механической энергии при взаимодействии тел силами упругости изменение потенциальной энергии растянутой пружины должно быть равно изменению кинетической энергии тела связанного с пружиной, взятому с обратным знаком.

Для проверки этого утверждения можно воспользоваться установкой изображённой на рисунке. Закрепив динамометр в лапке штатива, прикрепляют



нить с шариком к пружине и натягивают ее, держа нить горизонтально. Когда шар отпускают, он под действием силы упругости приобретает скорость  $V$ . При этом

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

потенциальная энергия пружины переходит в кинетическую энергию шарика. Скорость шарика можно определить, измерив, дальность его полета  $S$  при падении его с

$$V = \frac{S}{t}, t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

высоты  $H$  по параболе. Из выражений следует, что

$$V = S \sqrt{\frac{g}{2H}}, \text{ а } \frac{mV^2}{2} = \frac{mS^2 g}{4H}$$

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mS^2 g}{4H}$$

Целью данной работы является проверка равенства:  $\frac{kx^2}{2} = \frac{mS^2 g}{4H}$ . С учётом равенства  $kx = F_{\text{упр}}$ , получим:  $\frac{F_{\text{упр}} x}{2} = \frac{mS^2 g}{4H}$

### **Ход работы.**

1. Соберите установку (см. рис.). На место падения шарика положите лист белой, а сверху лист копировальной бумаги.
2. Соблюдая горизонтальность нити натянуть пружину динамометра до значения 1 Н. Отпустить шарик и по отметке на листе белой бумаги найти дальность его полёта. Повторить опыт три раза и найти среднее расстояние  $S$ .
3. Измерьте деформацию пружины при силе упругости 1 Н и вычислите потенциальную энергию пружины.
4. Повторите п.2,3 задавая силу упругости 2 Н и 3 Н соответственно.
5. Измерьте массу шарика и вычислите увеличение его кинетической энергии.
6. Результаты занесите в таблицу.
7. По результатам работы сделайте выводы.

№	$F_{\text{упр}}, \text{ Н}$	$x, \text{ м}$	$E_p, \text{ Дж}$	$m, \text{ кг}$	$H, \text{ м}$	$S, \text{ м}$	$E_k, \text{ Дж}$

8. Ответьте на вопросы:

- а) в каких случаях выполняется закон сохранения механической энергии?
- б) чем можно объяснить неточное выполнение исследуемых равенств?

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;

б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;

в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;

г) правильно выполнил анализ погрешностей;

д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;

б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,

б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,

в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,

г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,

б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,

в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,

- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенные весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

#### Недочеты:

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

### Практическое занятие №5. Решение задач на законы сохранения, законы Ньютона и силы в природе.

#### Текст практической работы №5.

#### Уровень А (на «3»).

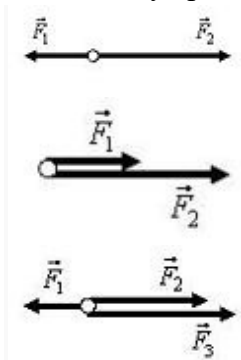
1. Что более инертно и почему:

- каменная глыба массой 1000 кг или деревянная балка массой 100 кг;
- ружье или пуля, вылетевшая из ружья?

2. Определите массу тел:

- медной пластинки размеров 40x10x1 мм;
- стального шарика, при опускании которого в мензурку, объем воды увеличился на 50 мл;
- тела, которое уравновесили на весах гирьками 40 г, 10 г, 1 г и 200 мг;
- молекулы воды, если в 1 г воды содержится  $4 \cdot 10^{22}$  молекул.

3. Используя рис. 1, найдите построением равнодействующую следующих сил:



4. Трактор тянет плуг по горизонтали силой 5 кН. Сопротивление движению 3 кН. Определите равнодействующую этих сил.

5. На падающего парашютиста действуют две силы: притяжение Земли 800 Н и сопротивление воздуха 700 Н. Чему равна равнодействующая этих сил и куда она направлена?

6. Катер плывет против течения по реке. Сила тяги двигателя равна 200 кН, сопротивление воды 150 кН, а сопротивление воздуха 5 кН. Определите равнодействующую всех сил, действующих на катер. Куда она направлена?
7. Вагонетка массой 500 кг движется под действием силы 125 Н. Определите ее ускорение.
8. Определите величину силы, которую надо приложить к телу массой 200 г, чтобы оно двигалось с ускорением  $1,5 \text{ м/с}^2$ ?
9. Определите массу мяча, который под действием силы 0,05 Н получает ускорение  $10 \text{ см/с}^2$ .

**Уровень В (на «4 и 5»).**

1. Найдите построением равнодействующую силу (рис. 1).

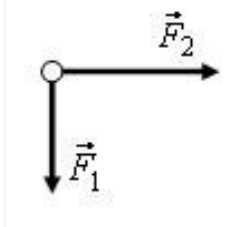


Рис. 1

2. Найдите построением равнодействующую сил (рис. 2).

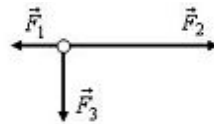


Рис. 2

3. На лодку, привязанную к дереву, растущему на берегу, действует течение реки с силой 400 Н и ветер с силой 300 Н, дующей с берега перпендикулярно течению. Найдите равнодействующую этих сил.
4. Равнодействующая сил, приложенных к телу под прямым углом друг к другу, равна 60 Н. Одна из действующих сил равна 40 Н. Найдите вторую действующую силу.
5. На реактивный самолет действуют в вертикальном направлении сила тяжести 550 кН и подъемная сила 555 кН, а в горизонтальном направлении – сила тяги 162 кН и сила сопротивления воздуха 150 кН. Найдите значение равнодействующей.
6. Объясните, действие каких сил компенсируется в следующих случаях:
  - а) книга лежит на столе;
  - б) автомобиль движется равномерно по горизонтальной дороге.
7. На лежащий на столе брусок поставлена гиря 1 кг. Брусок сохраняет свое состояние покоя, хотя на него действует вес гири. Не противоречит ли это первому закону Ньютона?
8. Равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равна нулю. Может ли это тело:
  - а) двигаться по прямой;
  - б) двигаться по окружности?
9. Изобразите силы, действующие на тела так, чтобы их равнодействующая была равна нулю:
  - а) на брусок, лежащий на столе;
  - б) на подводную лодку, покоящуюся в толще воды;
  - в) на воздушный шарик, закрепленный снизу к нити.
10. На рис. 3 показаны силы, действующие на самолет, и направление вектора скорости в какой-то момент времени ( $F$  – сила тяги,  $F_c$  – сила лобового сопротивления,  $F_T$  – сила тяжести,  $F_n$  – подъемная сила). Как будет двигаться самолет дальше, если:
  - а)  $F_T = F_n, F = F_c$ ;
  - б)  $F_T = F_n, F > F_c$ ;
  - в)  $F_T > F_n, F = F_c$ ;
  - г)  $F_T < F_n, F = F_c$ ?

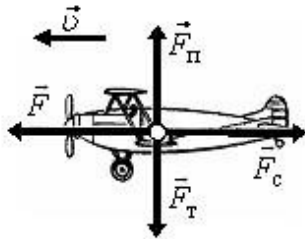


Рис. 3

11. Известно, что при ускоренном движении поезда, его торможении и на поворотах тела, находящиеся в вагонах, начинают приходить в движение без видимого воздействия. Не противоречит ли это первому закону Ньютона?
12. Согласны ли вы со следующими утверждениями:
- если на тело не действуют силы, то оно не движется;
  - если на тело перестали действовать силы, то оно остановится;
  - тело обязательно движется туда, куда направлена равнодействующая сила;
  - если равнодействующая сил, действующих на тело, не равна нулю, то скорость тела обязательно изменяется?
13. Скорость автомобиля изменяется по закону  $v_x = 0,5 \cdot t$ . Найдите модуль результирующей силы, действующей на него, если масса автомобиля 1,0 т.
14. Определите силу, под действием которой движение тела массой 200 кг описывается формулой  $x = 2t + 0,2 \cdot t^2$ .
15. Масса легкового автомобиля равна 2 т, а грузового 8 т. Сравните ускорения автомобилей, если сила тяги грузового автомобиля в 2 раза больше, чем легкового.
16. Трактор, сила тяги которого на крюке 15 кН, сообщает прицепу ускорение  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение сообщит тому же прицепу трактор, развивающий тяговое усилие 60 кН?
17. Сила 60 Н сообщает телу ускорение  $0,8 \text{ м/с}^2$ . Какая сила сообщит этому телу ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ ?
18. Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением  $0,3 \text{ м/с}^2$ . Какова масса груза, принятого автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ ?
19. Автомобиль массой  $3,2 \cdot 10^3 \text{ кг}$  за 15 с от начала движения развил скорость  $9,0 \text{ м/с}$ . Определите силу, сообщающую ускорение автомобилю.
20. Снаряд массой 10 кг вылетает из ствола орудия со скоростью  $600 \text{ м/с}$ . Определите среднюю силу давления пороховых газов на снаряд, если длина ствола орудия 3 м, а движение снаряда равноускоренное.
21. На тело массой 20 кг начинает действовать равнодействующая сила 1 Н. Какое расстояние пройдет тело под действием этой силы за 30 с и в каком направлении?

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных учреждений.**

Оценка «5» ставится за работу, выполненную без ошибок и недочетов или имеющую не более одного недочета.

Оценка «4» ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней:

- не более одной негрубой ошибки и одного недочета,
- или не более двух недочетов.

Оценка «3» ставится в том случае, если ученик правильно выполнил не менее половины работы или допустил:

- не более двух грубых ошибок,
- или не более одной грубой ошибки и одного недочета,
- или не более двух-трех негрубых ошибок,
- или одной негрубой ошибки и трех недочетов,
- или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.



Оценка «2» ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее половины работы.

Оценка «1» ставится в том случае, если ученик не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 % всех заданий, т.е. записал условие одной задачи в общепринятых символических обозначениях.

Учитель имеет право поставить ученику оценку выше той, которая предусмотрена «нормами», если учеником оригинально выполнена работа.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие №6.** «Изучение зависимости периода колебаний нитяного (или пружинного) маятника от длины нити (или массы груза).

**Текст практической работы №6.**

**Цель работы:** исследовать период зависимости колебаний маятника от его длины

Оборудование: 1) секундомер;

2) шарик на нити;

3) штатив.

### Ход работы:

1. Собрать установку (шарик висит на расстоянии 3-5см от пола).
2. Измерить длину маятника.
3. Отклонить маятник от положения равновесия на 5-8см и отпустить его.
4. Измерить время  $\Delta t$  40 полных колебаний;
5.  $T_1 = 2n$
6.  $T_2 = 2\pi \sqrt{l/g}$
7. Сравнить  $T_1$  и  $T_2$

**Время на подготовку и выполнение:** 90 минут

### Шкала оценки образовательных достижений.

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков,

оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенные весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие №7. «Измерение влажности воздуха».**

**Текст практической работы №7.**

**Цель работы:** научиться измерять относительную влажность воздуха. Оборудование: 1. психрометр 2. психрометрическая, таблицы.

Ход работы:

1. Снять показания влажного и сухого термометров  
( $t_{\text{сух}} > t_{\text{вл}}$ )
2. Найти разность температур, показываемых термометрами:  $t = t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}$
3. По псих, таблице определить относительную влажность
4. Пользуясь психрометрической таблицей, определите недостающие величины.

t сух, °C	t влаж, °C	t, °C	φ, %
18	15	?	?
20	?	?	44
?	?	6	56

5. Решить задачи:

1. Влажность воздуха равна 78%, а показания сухого термометра равно 12°C. Какую температуру показывает влажный термометр?
6. Задача 2. Разность показаний сухого и влажного термометров равна 4°C. Относительная влажность воздуха 60%. Чему равны показания сухого и влажного термометров?
7. Задача 3. Температура воздуха в комнате 20°C. Какую температуру показывает влажный термометр, если разность показаний сухого и влажного термометров равна 5°C?

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенные весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие №8. Измерение поверхностного натяжения жидкости.**

**Текст практической работы №8.**

**Цель работы:** научиться определять коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва рамки.

**Оборудование:** весы с разновесом, стакан с водой, штатив лабораторный, пробирка с песком, масштабная линейка, лист бумаги, проволочная рамка на нитях.

**Ход работы.**

1. Зажать весы в лапке лабораторного штатива.

2. Привязать к одной из чашек весов нить с подвешенной рамкой и уравновесить весы песком (песок сыпать на лист бумаги, положенный на чашку).
3. Добиться горизонтального положения рамки.
4. Под чашкой установить стакан с дистиллированной водой так, чтобы поверхность воды находилась от рамки на расстоянии 1-2 см.
5. Осторожно опустить рамку рукой так, чтобы она, коснувшись воды, «прилипла» к ней.
6. Очень осторожно добавлять песок до отрыва рамки от поверхности воды.
7. Осушить рамку и вновь уравновесить весы, но уже при помощи гирь. Определить массу гирь:  $m = \dots \text{г} = \dots \text{кг}$
8. Измерить линейкой периметр рамки:  $L = \dots \text{см} = \dots \text{м}$
9. Вычислить коэффициент поверхности натяжения воды по формуле:

$$\sigma = \frac{F_{\text{пн}}}{2L}$$

Учесть, что  $F_{\text{пн}} = mg$ , где  $m$  - масса гирь,  $g$  - ускорение свободного падения.

$F_{\text{пн}} =$   $\sigma =$

10. Рассчитать абсолютную ошибку:

$$\Delta\sigma = \left| \sigma_{\text{табл}} - \sigma_{\text{выч}} \right|$$

11. Рассчитать относительную ошибку:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\sigma}{\sigma_{\text{табл}}} \cdot 100\%$$

12. Заполнить таблицу.

№п/п	m, кг	g, м/с <sup>2</sup>	L, м	F <sub>пн</sub> , Н	σ <sub>выч</sub> , Н/м	σ <sub>табл</sub> , Н/м	Δσ, Н/м	ε, %
		9,81				72*10 <sup>-3</sup>		

Записать вывод, указав физический смысл измеренной величины и объяснить, почему результат, полученный в работе, отличается от табличной величины.

#### Ответить на контрольные вопросы

1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?
2. Почему и как поверхностное натяжение зависит от температуры?
3. В двух одинаковых пробирках находится одинаковое количество капель воды. В одной пробирке вода чистая, в другой-с добавкой мыла. Одинаковы ли объемы отмеренных капель? Ответ обоснуйте.

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

#### Шкала оценки образовательных достижений.

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- в) или входе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы ( например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора ( неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа ( нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

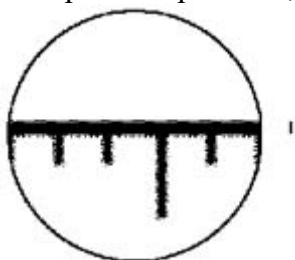
**Практическое занятие №9.** Наблюдение роста кристалла из раствора.  
**Текст практической работы №9.**

**Цель работы:** наблюдение за процессом роста кристаллов из раствора, сравнение скорости роста кристалла в различных направлениях.

**Оборудование и материалы:** микроскоп (МШБ-2), насыщенный раствор гипосульфита натрия, предметное стекло, часы..

**Ход работы:**

1. Поместите на столик микроскопа линейку. Отрегулируйте освещение и добейтесь чёткого изображения миллиметровых рисок линейки. Определите размер поля зрения микроскопа. (На микроскопе МШБ-2 поле зрения 2 мм.) Зная его, можно оценить размер объектов, помещённых на столик микроскопа. (Учащимся, успевшим сделать все измерения и расчёты, я предлагаю оценить толщину их волоса.)



2. Поместите на столик микроскопа предметное стекло. Добейтесь чёткого изображения поверхности стекла.
3. Нанесите на поверхность стекла капельку раствора гипосульфита натрия.
4. Найдите в капельке (лучше всего в её центре) кристаллик гипосульфита натрия, имеющий форму прямоугольника. Поверните предметное стекло так, чтобы одна из сторон прямоугольника располагалась в поле зрения микроскопа горизонтально, а другая – вертикально.
5. Оцените длину и ширину кристалла. Результаты занесите в таблицу.

*Таблица*

Время, мин	Длина $l$ , мм	Высота $h$ , мм	$v_l$ , мм/мин	$v_h$ , мм/мин
0				
1				
...				
5				

6. Повторите измерение размеров кристалла через 1, 2, 3, 4, 5 мин. Результаты занесите в таблицу. Рассчитайте скорость роста кристалла в горизонтальном ( $l$ ) и вертикальном ( $h$ ) направлениях. (За счёт высокой скорости роста кристаллы гипосульфита натрия за 5–6 мин полностью кристаллизуются, закрывая всё поле зрения микроскопа. Поэтому продолжительность наблюдений ограничивается 4–6 мин.)

**Контрольные вопросы:**

Сравните скорости роста кристалла в горизонтальном и вертикальном направлениях. Как называется явление зависимости физических свойств кристалла от направления? Отличаются ли по форме кристаллы разных веществ?



**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- в) или входе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,

- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

### К негрубым ошибкам следует отнести:

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

### Недочеты:

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

### Практическое занятие №10 Решение задач на нахождение абсолютной температуры. Текст практической работы №10.

**Цель:** выявить уровень навыков и умений работы с графиками изопроцессов, т.е. умения студентов определять все данные по графику и находить другие физические величины, используя графические данные.

#### Задание:

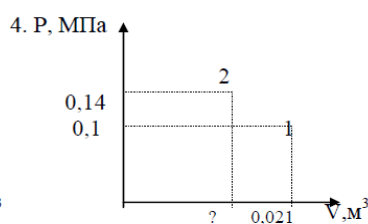
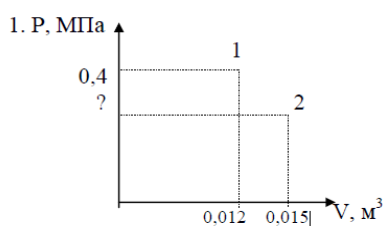
1. По данному графику определить:
  - а) протекающий изопроцесс и указать постоянный параметр;
  - б) известные начальные и конечные параметры.
2. Определить неизвестный параметр, используя газовый закон для данного процесса.
3. Определите молярную массу, данного газа.
4. Используя уравнение Клапейрона - Менделеева, определите третий параметр.
2. Построить график данного процесса в двух других координатах.

### Графики

#### Графики для выполнения задания на «5»

Масса углекислого газа 120г.

Масса аммиака 260г.

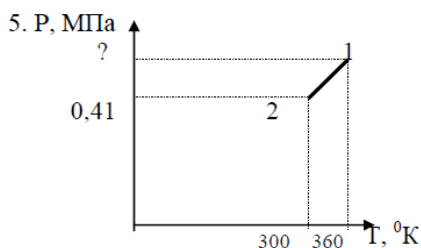
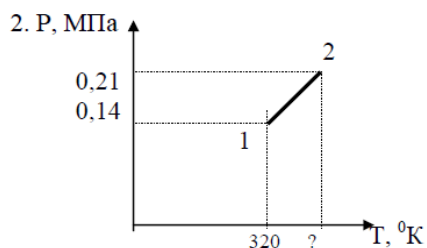


Построить графики данного процесса в координатах PT; VT

### Графики для выполнения задания на «4».

Масса хлора 140 г.

Масса азота 420 г.

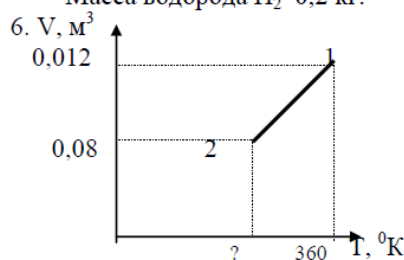
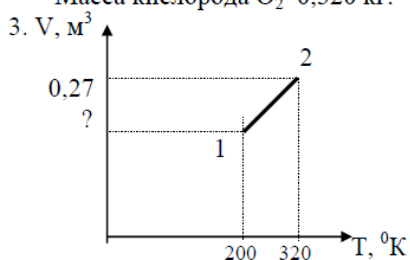


Построить графики данного процесса в координатах PV; VT

### Графики для выполнения задания на «3».

Масса кислорода  $O_2$  0,320 кг.

Масса водорода  $H_2$  0,2 кг.



Построить графики данного процесса в координатах PV; PT.

3.2.21.2. Время на подготовку и выполнение: 90 минут

3.2.21.3. Шкала оценки образовательных достижений.

Первое задание оценивается в 5 баллов.

Второе и четвертое задания по 3 балла.

Третье и пятое задания по 2 балла.

Максимальное количество баллов - 15 баллов.

«5» - 15 - 14 баллов.

«4» - 13 - 12 баллов.

«3» - 11 - 9 баллов.

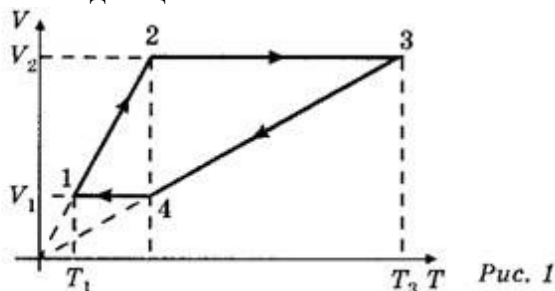
«2» - менее 9 баллов.

**Практическое занятие №11.** Применение первого закона термодинамики к газовым законам.

**Текст практической работы №11.**

1. С одним киломолем идеального одноатомного газа осуществляется цикл изображенный на рисунке в координатах V, T. Газ последовательно проходит состояния 1-2-3-4-1.

Температура газа в состоянии 1-200К и в состоянии 3- 800К. Найти работу совершенную газом за один цикл.



2. Как изменится температура при переходе из состояния 1 в состояние 2?

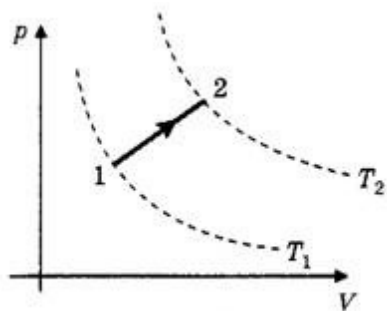


Рис. 3

3. Как изменится объем газа при переходе из состояния 1 в состояние 2?

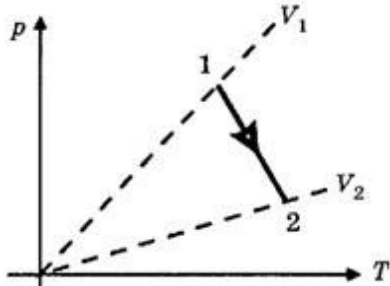


Рис. 4

Время на подготовку и выполнение: 90 минут

#### Шкала оценки образовательных достижений.

Оценка «5» ставится за работу, выполненную без ошибок и недочетов или имеющую не более одного недочета.

Оценка «4» ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней:

- а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета,
- б) или не более двух недочетов.

Оценка «3» ставится в том случае, если ученик правильно выполнил не менее половины работы или допустил:

- а) не более двух грубых ошибок,
- б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета,
- в) или не более двух-трех негрубых ошибок,
- г) или одной негрубой ошибки и трех недочетов,
- д) или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.

Оценка «2» ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее половины работы.

Оценка «1» ставится в том случае, если ученик не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 % всех заданий, т.е. записал условие одной задачи в общепринятых символических обозначениях.

Учитель имеет право поставить ученику оценку выше той, которая предусмотрена «нормами», если учеником оригинально выполнена работа.

#### Грубыми считаются следующие ошибки:

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,

- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

#### **К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенные весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

#### **Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

### **Практическое занятие № 12. Изучение закона Ома для участка цепи.**

#### **Текст практической работы №12.**

**Цель работы:** убедиться в правильности теоретических положений, рассмотренных на теоретических занятиях, повторить и закрепить теоретический материал этих занятий; – получить практический опыт чтения и сборки электрических схем, а также работы с электрооборудованием; – научиться снимать показания электроизмерительных приборов, обрабатывать полученные данные и на их основе делать выводы о характере исследуемых процессов.

Оборудование:

- 1) амперметр,
- 2) вольтметр,
- 3) источник питания,
- 4) набор резисторов,
- 5) провода соединительные.

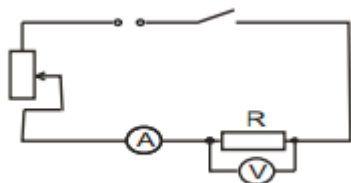
#### **Ход работы:**

Работа делится на две части.

I. Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи.

Амперметр ц.д.=

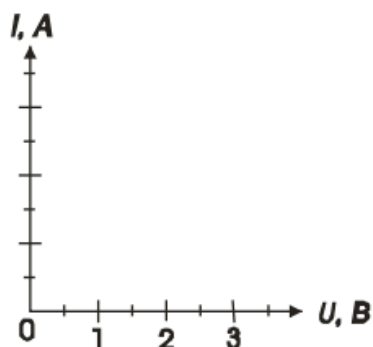
Вольтметр ц.д.=



1. Собрать электрическую цепь по схеме.

2. Замкнуть цепь и при помощи реостата довести напряжение на зажимах резистора до 1В, затем до 2В и до 3В.
3. Измерить соответственно силу тока. Результаты измерений занести в таблицу. (Сопротивление участка постоянное.)
4. По результатам измерений построить график зависимости силы тока от напряжения.

Напряжение $U$ , В	1	2	3	4	5
Сила тока $I$ , А					



Сделать вывод:

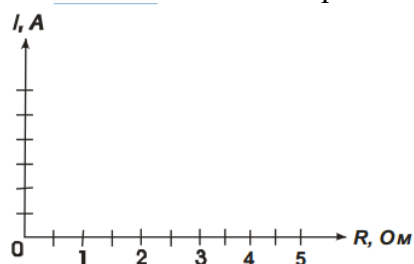
II. Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи.

1. Собрать цепь по схеме 1, включив в нее резистор, сопротивлением 1 Ом.
  2. При помощи реостата установить на концах участка напряжение 2В.
  3. Измерить силу тока в цепи.
  4. Повторить опыт дважды с резистором сопротивлением 2 Ом и 4 Ом, каждый раз устанавливая при помощи реостата напряжение 2В.
  5. Результаты измерений занести в таблицу.
- Постоянное напряжение  $U = 2В$ .

Сопротивление участка $R$ , Ом	1	2	3	4	5
Сила тока $I$ , А					

6. Построить график зависимости силы тока от сопротивления участка при

постоянном напряжении.



7. Сделать вывод о зависимости силы тока от сопротивления.
8. Сделать вывод о том, соответствуют ли результаты работы закону Ома для участка цепи.

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;

б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;

в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;

г) правильно выполнил анализ погрешностей;

д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;

б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,

б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,

в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,

г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,

б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,

в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,

- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы ( например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора ( неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа ( нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

#### Недочеты:

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие № 13.** Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

#### Текст практической работы №13.

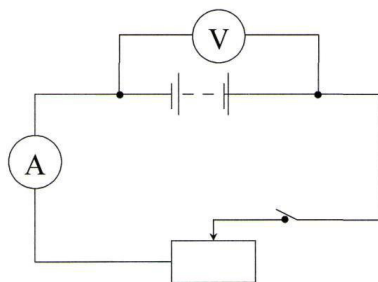
Цель работы: научиться измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

Оборудование: 1 источник питания;

- 2 ключ;
- 3 вольтметр (0 - 6 В);
- 4 амперметр (0 - 2 А);
- 5 реостат.

Ход работы:

1. Собрать цепь по схеме;



2. Измерить ЭДС источника тока;



При разомкнутом ключе ЭДС источника равна напряжению на внешней цепи (Епр). 3. Снять показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе и вычислить Гпр.

$$Г_{пр} = \frac{E_{пр} - U_{пр}}{J_{пр}}$$

**2.2.24.1. Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**2.2.24.2. Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,

- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

#### **К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы ( например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора ( неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа ( нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

#### **Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

### **Практическое занятие № 14. Закон Ома.**

#### **Текст практической работы №14.**

1. Никелиновая проволока длиной 100м и площадью поперечного сечения 0.5 мм<sup>2</sup> включена в цепь с напряжением 127 В . Найти силу тока в цепи.
2. Два проводника сопротивлением R<sub>1</sub>=1 Ом, R<sub>2</sub>=3 Ом соединены последовательно. Сила тока цепи I= 1 А. Определить сопротивление цепи, напряжение на каждом проводнике и полное и полное напряжение всего участка цепи.
3. Какую работу совершает электродвигатель за 1 ч , если сила тока в цепи электродвигателя 5 А, напряжение на его клеммах 220 В? КПД двигателя 80%.
4. Имеется электрическая лампа, рассчитанная на ток мощностью 100 Вт. Ежедневно лампа горит в течение 6 ч. Найти работу тока за один месяц (30 дней) и стоимость израсходованной энергии при тарифе 30 к. за 1 кВт ч .
5. Электрическая лампочка включена в сеть напряжением 220 В. Какой ток будет проходить через лампочку, если сопротивление ее нити 240 Ом?
6. Аккумулятор внутренним сопротивлением 0,4 Ом работает на лампочку сопротивлением 12,5 Ом. При этом ток в цепи равен 0,26 А. Определите ЭДС аккумулятора и напряжение на зажимах лампочки.
7. К кислотному аккумулятору, имеющему ЭДС 205 В и внутреннее сопротивление 0,2 Ом, подключен потребитель сопротивлением 2,6 Ом. Определите ток в цепи.

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

### **Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится за работу, выполненную без ошибок и недочетов или имеющую не более одного недочета.

Оценка «4» ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней:

- а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета,
- б) или не более двух недочетов.

Оценка «3» ставится в том случае, если ученик правильно выполнил не менее половины работы или допустил:

- а) не более двух грубых ошибок,
- б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета,
- в) или не более двух-трех негрубых ошибок,
- г) или одной негрубой ошибки и трех недочетов,
- д) или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.

Оценка «2» ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее половины работы.

Оценка «1» ставится в том случае, если ученик не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 % всех заданий, т.е. записал условие одной задачи в общепринятых символических обозначениях.

Учитель имеет право поставить ученику оценку выше той, которая предусмотрена «нормами», если учеником оригинально выполнена работа.

#### **Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

#### **К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

#### **Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.

- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие № 15.** Изучение явления электромагнитной индукции.  
**Текст практической работы №15.**

**Цель работы** - изучить явление электромагнитной индукции.

**Оборудование:**

1. миллиамперметр,
2. катушка-моток,
3. магнит дугообразный,
4. магнит полосовой.

**Ход работы:**

I. Выяснение условий возникновения индукционного тока.

1. Подключите катушку-моток к зажимам миллиамперметра.

2. Наблюдая за показаниями миллиамперметра, отметьте, возникал ли индукционный ток, если:

1. в неподвижную катушку вводить магнит,
2. из неподвижной катушки выводить магнит,
3. магнит разместить внутри катушки, оставляя неподвижным.

3. Выясните, как изменялся магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий катушку в каждом случае. Сделайте вывод о том, при каком условии в катушке возник индукционный ток.

II. Изучение направления индукционного тока.

1. О направлении тока в катушке можно судить по тому, в какую сторону от нулевого деления отклоняется стрелка миллиамперметра.

Проверьте, одинаковым ли будет направление индукционного тока, если:

1. вводить в катушку и удалять магнит северным полюсом;
2. вводить магнит в катушку магнит северным полюсом и южным полюсом.

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

III. Изучение величины индукционного тока.

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

2. Приближайте магнит к катушке северным полюсом. Отметьте, на сколько делений  $N_1$  отклоняется стрелка миллиамперметра.

К северному полюсу дугообразного магнита приставьте северный полюс полосового магнита. Выясните, на сколько делений  $N_2$  отклоняется стрелка миллиамперметра при приближении одновременно двух магнитов.

3. Выясните, как изменялся магнитный поток в каждом случае. Сделайте вывод, от чего зависит величина индукционного тока.

Ответьте на вопросы:

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?

**Время на подготовку и выполнение:** 90 минут

## **Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

### **Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенные весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие № 16.** Исследование зависимости силы тока от электроёмкости конденсатора в цепи переменного тока.

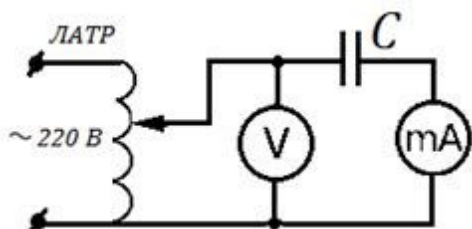
**Текст практической работы №16.**

**Цель работы:** изучить влияние электроёмкости на силу переменного тока.

**Оборудование:** набор неполярных конденсаторов известной ёмкости, регулируемый источник переменного тока ЛАТР, миллиамперметр с пределом измерения до 100 мА переменного тока, вольтметр с пределом измерения до 75 В переменного напряжения, соединительные провода.

**Ход работы.**

1. Собрать электрическую схему согласно рисунку 2 и перерисовать её в тетрадь:



2. Подготовить таблицу для результатов измерений и вычислений:

Частота тока $\nu$ , Гц	Напряжение на конденсаторе $U$ , В	Ёмкость конденсатора $C$ , мкФ	Ток в цепи $I$ , мА	Ёмкостное сопротивление , Ом	
				измеренное	вычисленное
50	50				

--	--	--	--	--	--

3. Для каждого конденсатора из набора измерить силу тока при напряжении 50 В.

4. В каждом опыте рассчитать ёмкостное сопротивление по закону Ома для участка

$$X_C = \frac{U}{I} = \frac{50 \cdot 1000}{I}$$

цепи переменного тока: , здесь  $I$  - действующее значение тока в мА,  $U=50$  В - действующее значение напряжения.

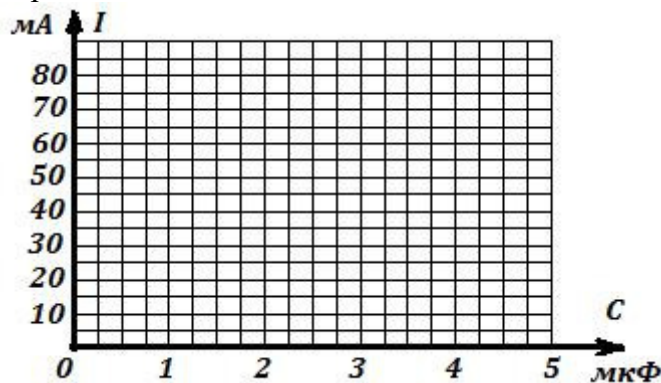
5. В каждом опыте вычислите ёмкостное сопротивление по заданным значениям

$$X_C = \frac{1}{2\pi\nu \cdot C} = \frac{1000000}{314 \cdot C}$$

частоты переменного тока  $\nu=50$  Гц и ёмкости конденсатора  $C$ :  
здесь  $C$  - ёмкость в мкФ.

6. Сравните результаты расчётов в п.4 и в п.5 и сделайте вывод о выполнимости закона Ома для участка цепи переменного тока содержащего электроёмкость с учётом погрешности измерений.

7. Постройте график зависимости силы тока от электроёмкости конденсатора в цепи переменного тока:



8. Запишите вывод по результатам опытов и ответьте на контрольные вопросы.

#### Контрольные вопросы.

1. Почему постоянный ток не проходит через конденсатор?
2. Какое сопротивление называется ёмкостным? Почему оно является реактивным сопротивлением?
3. От чего и как зависит ёмкостное сопротивление?
4. Выполняется ли закон Ома для участка цепи переменного тока, содержащего ёмкостное сопротивление?
5. Напряжение на конденсаторе изменяется по закону  $u = U_m \sin \omega t$ . Запишите уравнение переменного тока в цепи с конденсатором.

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

#### Шкала оценки образовательных достижений.

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;

б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,

б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,

в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,

г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,

б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,

в) или входе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы ( например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора ( неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,



- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа ( нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

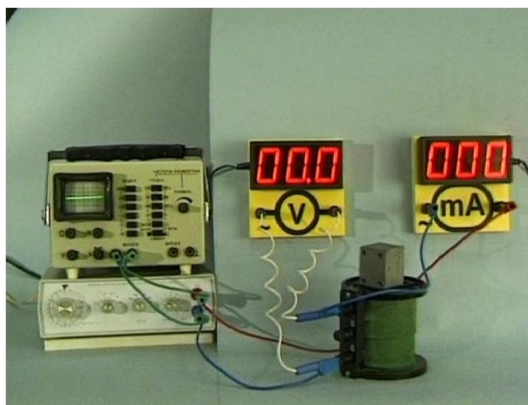
**Практическое занятие № 17. Измерение индуктивности катушки.**

**Текст практической работы №17.**

**Цель работы:** вычисление индуктивного сопротивления катушки и ее индуктивности по результатам измерений напряжений на катушке и силы тока в цепи.

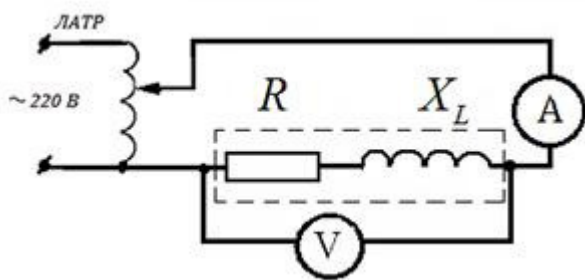
**Оборудование:** источник переменного напряжения; катушка школьного разборного трансформатора; вольтметр и миллиамперметр переменного тока; соединительные провода.

**Ход работы:**



Напряжение U, В	Сила тока I, mA	Индуктивное сопротивление $X_L$ , Ом	Частота $\nu$ , Гц	Индуктивность L, мГн

1. Подготовить таблицу для результатов измерений и вычислений:
2. Собрать электрическую схему согласно рисунку 1 и перерисовать её в тетрадь:



3. С помощью регулятора напряжения подать на схему напряжение 1,5 В и установить частоту переменного тока 80 Гц. Записать показания миллиамперметра.
4. Увеличивая частоту в 2,3,4 и 5 раз каждый раз записывать показания миллиамперметра в таблицу.
5. Вынуть сердечник из катушки и, не

изменяя напряжения и частоты переменного тока, записать показания миллиамперметра в таблицу.

Напряжение U, В	Сила тока I, мА	Индуктивное сопротивление $X_L$ , Ом	Частота $\nu$ , Гц	Индуктивность L, мГн
1,5	0,345		80	
1,5	0,178		160	
1,5	0,121		240	
1,5	0,090		320	
1,5	0,072		400	
1,5	0,284		400	

6. В каждом опыте рассчитать индуктивное сопротивление катушки по формуле:

$$X_L = \frac{U}{I}$$

7. Вычислить в каждом опыте индуктивность катушки L, используя формулу:

$$L = \frac{X_L}{2\pi\nu}$$

8. Сравнивая индуктивности катушек, сделайте вывод, от чего и как зависит индуктивность.

9. Ответьте письменно на контрольные вопросы.

#### Контрольные вопросы.

1. Чем вызвано индуктивное сопротивление у катушки при подключении её в цепь переменного тока?
2. От чего зависит индуктивное сопротивление?
3. Почему уменьшается индуктивное сопротивление при удалении из катушки железного сердечника?
4. Почему на постоянном токе индуктивное сопротивление катушки равно нулю?
5. Чему равно индуктивное сопротивление в цепи переменного тока?
6. Как связаны между собой действующие значения силы тока и напряжения на катушке индуктивности?

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

#### Шкала оценки образовательных достижений.

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;

б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,

б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,

в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,

г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,

б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,

в) или входе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы ( например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора ( неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,

- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа ( нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

**Практическое занятие № 18.** Изучение интерференции и дифракции света.  
**Текст практической работы №18.**

**Цель работы:** экспериментально изучить явление интерференции и дифракции.

**Оборудование:**

стаканы с раствором мыла, кольцо проволочное с ручкой, капроновая ткань, компакт-диск, лампа накаливания, штангенциркуль, две стеклянные пластины, лезвие, пинцет, капроновая ткань.

**Описание работы.**

1. **Интерференция** – явление характерное для волн любой природы: механических, электромагнитных. "Интерференция волн – сложение в пространстве двух (или нескольких) волн, при котором в разных его точках получается усиление или ослабление результирующей волны". Для образования устойчивой интерференционной картины необходимы когерентные (согласованные) источники волн.
  2. Когерентными называются волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз. условия максимумов условия минимумов, где  $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$  (разность хода волн равна четному числу полуволн). Волны от источников  $S_1$  и  $S_2$  придут в точку  $C$  в одинаковых фазах и "усилят друг друга". - фазы колебаний - разность фаз  $A=2X_{\max}$  – амплитуда результирующей волны, где  $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$  (разность хода волн равна нечетному числу полуволн) Волны от источников  $S_1$  и  $S_2$  придут в точку  $C$  в противофазах и "погасят друг друга". - фазы колебаний - разность фаз  $A=0$  – амплитуда результирующей волны.
  3. Интерференционная картина – регулярное чередование областей повышенной и пониженной интенсивности света. Интерференция света – пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн. Следовательно, в явлениях интерференции и дифракции света соблюдается закон сохранения энергии. В области интерференции световая энергия только перераспределяется, не превращаясь в другие виды энергии. Возрастание энергии в некоторых точках интерференционной картины относительно суммарной световой энергии компенсируется уменьшением её в других точках (суммарная световая энергия – это световая энергия двух световых пучков от независимых источников).
  4. Светлые полосы соответствуют максимумам энергии, темные – минимумам.
- 2. Дифракция** – явление отклонения волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибании волной малых препятствий. Условие проявления дифракции:  $d < \lambda$ , где  $d$  – размер препятствия,  $\lambda$  – длина волны. Размеры препятствий (отверстий) должны быть меньше или соизмеримы с длиной волны. Существование этого явления (дифракции) ограничивает область применения законов геометрической оптики и является причиной предела разрешающей способности оптических приборов. Дифракционная решетка – оптический прибор, представляющий собой периодическую структуру из большого числа регулярно расположенных элементов, на которых происходит дифракция света [8]. Штрихи с определенным и постоянным для данной дифракционной решетки профилем повторяются через одинаковый промежуток  $d$  (период решетки). Способность дифракционной решетки раскладывать падающий на нее пучок света по длинам волн является ее основным свойством. Различают отражательные и прозрачные дифракционные решетки. В современных приборах применяют в основном отражательные дифракционные решетки. Условие наблюдения дифракционного максимума:

**Ход работы:**

**Опыт 1.** Опустите проволочную рамку в мыльный раствор. Пронаблюдайте и зарисуйте

интерференционную картину в мыльной пленке. При освещении пленки белым светом (от окна или лампы) возникает окрашивание светлых полос: сверху – синий цвет, внизу – в красный цвет. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь.

Пронаблюдайте за ним. При освещении его белым светом наблюдают образование цветных интерференционных колец. По мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз.

Ответьте на вопросы:

1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?
2. Какую форму имеют радужные полосы?
3. Почему окраска пузыря все время меняется?

**ОПЫТ 2.** Тщательно протрите стеклянные пластинки, сложите их вместе и сожмите пальцами. Из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты, дающие яркие радужные кольцеобразные или замкнутые неправильной формы полосы. При изменении силы, сжимающей пластинки, расположение и форма полос изменяются как в отраженном, так и в проходящем свете. Зарисуйте увиденные вами картинки.

Ответьте на вопросы:

1. Почему в отдельных местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы?
2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение полученных интерференционных полос?

**ОПЫТ 3.** Положите горизонтально на уровне глаз компакт-диск. Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

**ОПЫТ 4.** Возьмите с помощью пинцета лезвие безопасной бритвы и нагрейте его над пламенем горелки. Зарисуйте наблюдаемую картину

Ответьте на вопросы:

1. Какое явление вы наблюдали?
2. Как его можно объяснить?
3. Какие цвета, и в каком порядке появляются на поверхности лезвия при его нагревании?

**ОПЫТ 5.** Посмотрите сквозь капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест.

**ОПЫТ 6.** Пронаблюдайте две дифракционные картины при рассмотрении нити горячей лампы через щель, образованную губками штангенциркуля (при ширине щели 0,05 мм и 0,8 мм). Опишите изменение характера интерференционной картины при плавном повороте штангенциркуля вокруг вертикальной оси (при ширине щели 0,8 мм). Этот опыт повторите с двумя лезвиями, прижав их друг к другу. Опишите характер интерференционной картины.

Запишите выводы. Укажите, в каких из проделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции? дифракции?

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;
- г) правильно выполнил анализ погрешностей;
- д) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «4» ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

- а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

- а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,
- б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения,
- в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей,
- г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы,
- б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,
- в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенные весы, не точно определена точка отсчета),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

#### **Недочеты:**

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

### **Практическое занятие № 19. Электромагнитная индукция.**

#### **Текст практической работы №19.**

Цель: Научиться применять законы электромагнитной индукции к решению практических задач.

#### **ВАРИАНТ 1**

1. Самолет с размахом крыльев 80 м на повороте наклоняется на угол  $30^\circ$ . Определить напряжение между концами крыльев, если скорость самолета 600 км/ч, а индукция магнитного поля Земли равна  $5 \cdot 10^{-5}$  Тл.
2. Найти магнитный поток в катушке с индуктивностью 0,1 Гн, состоящей из 1400 витков при токе в 6,3 А.
3. Внутри электромагнита находится стальной сердечник с магнитной проницаемостью  $6 \cdot 10^{-4}$  Гн/м, сечением  $10 \text{ см}^2$  средней длиной 40 см. Определить индуктивность электромагнита, если число витков его обмотки равно 1000.

#### **ВАРИАНТ 2**

1. Какой должна быть длина активной части проводника, движущегося в магнитном поле с индукцией 0,8 Тл, перпендикулярно направлению потока со скоростью 10 м/с, что бы в проводнике индуцировалась Э.Д.С., равная 8 В?
2. Контур, состоящий из 25 витков, находится в магнитном поле. Определить Э.Д.С. индукции, возникающую при изменении магнитного потока от 0,098 до 0,013 Вб за 0,16 с.



3. Контур сопротивлением 3 Ом находится в магнитном поле. В результате изменения этого поля магнитный поток возрос с  $2 \cdot 10^{-4}$  до  $5 \cdot 10^{-4}$  Вб. Какой заряд при этом прошел по контуру?

\*4. Катушка, содержит 1000 витков медной проволоки сечением 0,2 мм<sup>2</sup>. Диаметр катушки 5 см. С какой скоростью нужно двигать внутри магнит, напряженность магнитного поля которого 400 А/м, чтобы сила тока в катушке достигла 0,1 А?

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Оценка «5» ставится за работу, выполненную без ошибок и недочетов или имеющую не более одного недочета.

Оценка «4» ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней:

- а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета,
- б) или не более двух недочетов.

Оценка «3» ставится в том случае, если ученик правильно выполнил не менее половины работы или допустил:

- а) не более двух грубых ошибок,
- б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета,
- в) или не более двух-трех негрубых ошибок,
- г) или одной негрубой ошибки и трех недочетов,
- д) или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.

Оценка «2» ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее половины работы.

Оценка «1» ставится в том случае, если ученик не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 % всех заданий, т.е. записал условие одной задачи в общепринятых символических обозначениях.

Учитель имеет право поставить ученику оценку выше той, которая предусмотрена «нормами», если учеником оригинально выполнена работа.

**Грубыми считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,
- нарушение техники безопасности при выполнении физического эксперимента,
- небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

**К негрубым ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (неуравновешенны весы, не точно определена точка отсчета),

- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

#### Недочеты:

- Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
- Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
- Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
- Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
- Орфографические и пунктуационные ошибки.

### Практическое занятие № 20. Электромагнитные колебания. Текст практической работы № 20.

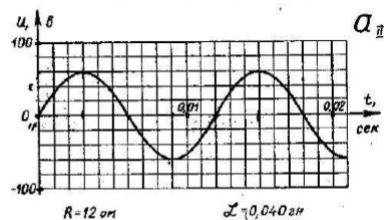
#### Цель работы:

1. Закрепление пройденного материала.
2. Выявить умение студентов работать с графиками колебания (изменения напряжения), т.е. умение определять по графику параметры колебания.

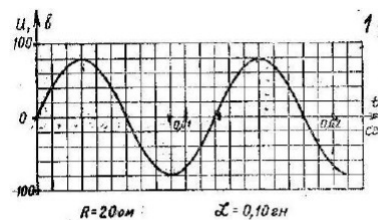
#### Задание:

1. По графику изменения напряжения переменного тока определить:
  - 1) период изменения напряжения;
  - 2) максимальное значение напряжения;
  - 3) начальную фазу.
2. Вычислите:
  - 1) частоту колебания (частоту изменения напряжения);
  - 2) циклическую частоту;
  - 3) индуктивное сопротивление;
  - 4) емкостное сопротивление;
  - 5) действующее значение напряжения;
  - 6) максимальное значение силы переменного тока;
3. Написать уравнение изменения напряжения.

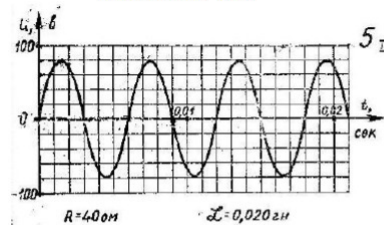
Вариант 1.



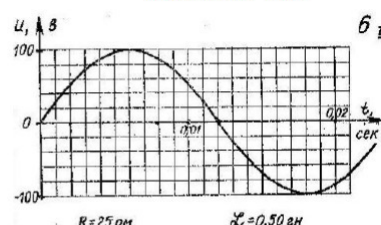
Вариант 2.



ВАРИАНТ № 3



ВАРИАНТ № 4



**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Каждая найденная физическая величина оценивается 1 баллом. Нахождение ёмкости оценивается

«5» - 13 - 12 баллов

«4» - 11 - 10 баллов

«3» - 9 - 7 баллов

«2» - 6 баллов и менее

Если у нескольких физических величин отсутствует единица измерения, то оценка снижается на балл.

За каждую неверную единицу измерения снимается по 1 баллу.

За небрежное оформление работы можно снимать до 3 баллов.

### **Практическое занятие № 21.**

**Тема:** Решение задач по теме «Электрический ток в различных средах»

**Ход работы:**

1. Ознакомьтесь с материалом 16 главы учебника (Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразовательных учреждений - М.: Просвещение, 2012).
2. Заполните таблицу:

Проводящая среда	Носители электрического заряда	Вольт - амперная характеристика (ВАХ)	Применение
Металлы			
Полупроводники			
Вакуум			
Газы			
Электролиты			

**Время на подготовку и выполнение: 90 минут**

**Шкала оценки образовательных достижений.**

Каждая найденная физическая величина оценивается 1 баллом. Нахождение данных оценивается

«5» - 13 - 12 баллов

«4» - 11 - 10 баллов

«3» - 9 - 7 баллов

«2» - 6 баллов и менее

Если у нескольких физических величин отсутствует единица измерения, то оценка снижается на балл.

За каждую неверную единицу измерения снимается по 1 баллу.

За небрежное оформление работы можно снимать до 3 баллов.

## Практическое занятие № 22.

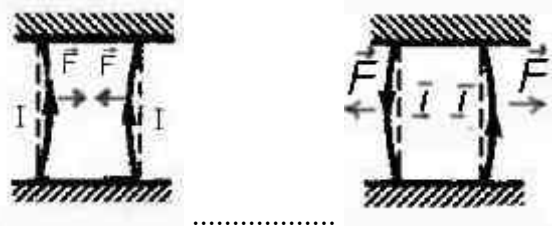
**Тема:** Магнитное поле и его характеристики

Цель работы: углубить и закрепить понятия о магнитной индукции, силе Ампера, уметь применять законы магнитного взаимодействия параллельных токов и Ампера при решении задач.

### Основные понятия и формулы

Магнитное поле - это особый вид материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между движущимися электрически заряженными частицами.

Проводники с током действуют друг на друга. Токи направлены противоположно – проводники при этом отталкиваются. Токи сонаправлены – при этом проводники притягиваются. При взаимодействии двух проводников с током, возникают силы, которые отталкивают или притягивают проводники



Взаимодействие токов вызывается их магнитными полями: магнитное поле одного тока действует силой на другой ток и наоборот.

Опыты показали, что модуль силы, действующей на отрезок длиной  $\Delta l$  каждого из проводников, прямо пропорционален силам тока  $I_1$  и  $I_2$  в проводниках, длине отрезка  $\Delta l$  и обратно пропорционален расстоянию  $R$  между ними:

$$F = k \frac{I_1 I_2 \Delta l}{R}$$

В Международной системе единиц СИ коэффициент пропорциональности  $k$  принято записывать в виде:

$$k = \mu_0 / 2\pi,$$

где  $\mu_0$  – постоянная величина, которую называют магнитной постоянной. Введение магнитной постоянной в СИ упрощает запись ряда формул. Ее численное значение равно

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н/А}^2 \approx 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Н/А}^2.$$

### Ход работы:

Формула, выражающая закон магнитного взаимодействия параллельных токов, принимает вид:

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \Delta l}{2\pi R}$$

Магнитным моментом контура с током называется вектор  $\vec{P}_m$ , равный

$$\vec{P}_m = I \cdot S \cdot \vec{n}$$

где  $I$  — сила тока в контуре;  $S$  — площадь поверхности, охватываемой контуром;  $\vec{n}$  — единичный вектор нормали к плоскости контура.

Направление магнитного момента совпадает с направлением индукции магнитного поля, создаваемого в центре контура текущим по нему током.

На контур с током, помещенный в магнитное поле, действует пара сил с вращательным моментом

$$M = p_m \cdot B \cdot \sin \alpha,$$

где  $p_m$  — модуль магнитного момента контура с током;  $B$  — магнитная индукция;  $\alpha$  - угол между направлением вектора индукции и нормали к плоскости контура.

В однородном магнитном поле на малый отрезок проводника с током действует сила Ампера, модуль которой определяется законом Ампера:

$$F_A = I \cdot B \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha,$$

где  $I$  - сила тока в проводнике;  $B$  — магнитная индукция;  $\alpha$  - угол между направлением тока и вектора магнитной индукции;  $\Delta l$  - длина проводника.

Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки: если ладонь левой руки расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали бы направление тока, то отогнутый  $90^\circ$  большой палец покажет направление действующей на проводник силы Ампера.

**Задание 1. Ответьте на вопросы:**

1. Что такое магнитное поле?
2. Какими величинами описывается магнитное поле?
3. Что называется линией магнитной индукции?
4. Какая сила называется силой Ампера? Чему она равна?
5. По какому правилу находят направление силы Ампера?

### **Методические указания**

При решении задач необходимо:

- 1) сделать схематический чертёж, указав на нём линии индукции магнитного поля. Часто линии индукции изображают в плоскости чертежа, в некоторых случаях удобно их изображать перпендикулярно плоскости чертежа (« $\otimes$ » - от наблюдателя, « $\odot$ » - к наблюдателю);
- 2) изобразить контур с током, находящийся в этом поле;
- 3) используя правило левой руки, определить направление силы Ампера, действующих на каждый элемент контура, и изобразить их на чертеже;
- 4) записать формулы для сил Ампера или вращающего момента, создаваемого этими силами и найти из них искомую величину;
- 5) если в задаче рассматривается равновесие проводника, то кроме силы Ампера, нужно указать все остальные силы, действующие на проводник, и записать условия его равновесия или основное уравнение динамики и, спроецировав векторные величины на оси  $x$  и  $y$ , найти искомую величину.

**Задача 1.** Проводник длиной 2 м в форме квадрата расположен в магнитном поле с индукцией 2 Тл. Определить момент сил, действующих на проводник, если по нему течет ток 4 А, а силовые линии магнитного поля параллельны плоскости квадрата.

Дано:

$$l = 2 \text{ м}$$

Решение.

Вращательный момент, действующий на контур с током в

$B = 2$  Тл магнитном поле, равен  
 $I = 4$  А  $M = p_m \cdot B \cdot \sin \alpha$ . В данной задаче  $\alpha = 90^\circ$ , т.к. вектор нормали к плоскости контура перпендикулярен вектору  $\vec{B}$ . Магнитный момент равен

Найти:  $M = ?$   
 $p_m = I \cdot S$ ,  
 где  $S$  — площадь квадрата.  
 Отсюда

$$M = I \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 \cdot B = 2 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

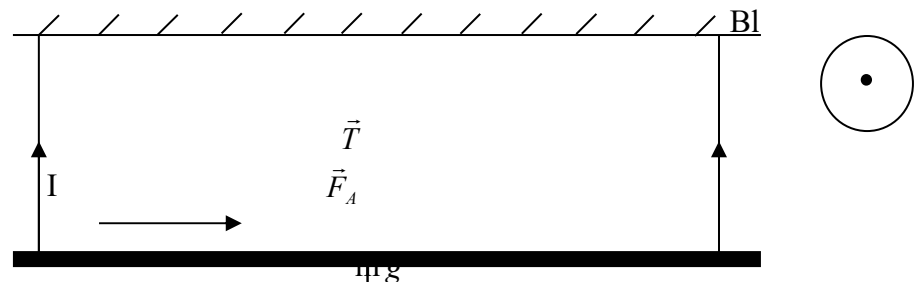
Ответ:  $M = 2 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Задача 2. Проводник длиной 20 см и массой 5 г подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле. (Направление вектора магнитной индукции приведено на рисунке.) Какой величины ток надо пропустить по проводнику, чтобы нити разорвались, если каждая из них выдерживает нагрузку до 0,04 Н? Индукция магнитного поля 0,5 Тл.

Дано:  
 $l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$   
 $m = 5 \text{ г} = 0,005 \text{ кг}$   
 $T = 0,04 \text{ Н}$   
 $B = 0,5 \text{ Тл}$

Найти:  
 $I = ?$

Решение.



Чтобы нити разорвались, сила Ампера должна быть направлена вниз. В соответствии с правилом левой руки ток направлен так, как показано на рисунке. На проводник с током действует четыре силы и, так как он находится в равновесии,

$$m\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{T} + \vec{T} = 0$$

В проекциях на вертикальную ось  
 $F_A + mg = 2T$

Подставляя выражение для силы Ампера и учитывая, что угол между направлением тока и вектора магнитной индукции равен  $90^\circ$  окончательно получим:

$$I = \frac{2T - mg}{Bl} = 0,3 \text{ А}.$$

Ответ:  $I \geq 0,3 \text{ А}$ .

### Практическое занятие № 23.

Движение заряженной частицы в магнитном поле

#### Цель работы:

- углубить и расширить знания студентов по теме «Магнитное поле тока и действия магнитного поля на проводник с током»;
- сформировать умение анализировать заданную ситуацию и находить пути ее решения;
- развить познавательные способности, самостоятельность, ответственность.

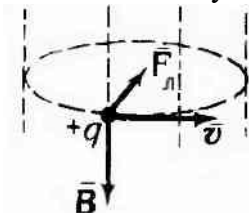
#### Основные понятия и формулы

На заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле, действует сила Лоренца:  $F_L = q \cdot u \cdot B \cdot \sin \alpha$ , где  $q$  – заряд частицы;  $u$  – скорость ее движения;  $B$  – магнитная индукция;  $\alpha$  – угол между направлением векторов  $\vec{v}$  и  $\vec{B}$ . Направление силы Лоренца, действующей на положительную заряженную частицу, определяется по правилу левой руки (четыре вытянутых пальца в этом случае указывают направление вектора скорости). Для отрицательно заряженной частицы направление силы Лоренца противоположно.

Если заряженная частица влетает в магнитное поле со скоростью  $\vec{v}$ , направленной вдоль поля ( $\vec{v} \parallel \vec{B}$ ) или противоположно направлению магнитной индукции поля ( $\vec{v} \uparrow \vec{B}$ ). В этих случаях сила Лоренца  $F_L = 0$  и частица будет продолжать двигаться равномерно прямолинейно.

Если заряженная частица движется перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, то сила Лоренца является центростремительной

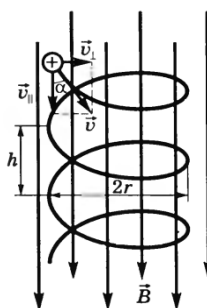
$F_L = ma_{\text{ц}}$  и создает центростремительное ускорение равно  $\frac{v^2}{R}$   
 В этом случае частица движется по окружности.



Согласно второму закону Ньютона: сила Лоренца равна произведению массы частицы на центростремительное ускорение

$qvB = \frac{mv^2}{R}$ , тогда радиус окружности  $R = \frac{mv}{qB}$ , а период обращения заряда в магнитном поле  $T = \frac{2\pi m}{qB}$ .

Скорость заряженной частицы направлена под углом  $\alpha$  к вектору  $\vec{B}$ .



Движение частицы можно представить в виде суперпозиции равномерного прямолинейного движения вдоль поля со скоростью  $v_{\parallel} = v \cos \alpha$  и движения по окружности с постоянной по модулю скоростью  $v_{\perp} = v \sin \alpha$  в плоскости, перпендикулярной полю. Радиус окружности определяется аналогично предыдущему случаю,

только надо заменить  $v$   $\frac{v \sin \alpha}{\sin \alpha}$ , т.е.  $R = \frac{mv \sin \alpha}{qB}$ . В результате сложения этих движений возникнет движение по винтовой линии, ось которой параллельна магнитному полю. Шаг винтовой линии  $h = v_{\parallel} \cdot T = v \cos \alpha \cdot T = \frac{2\pi m v \cos \alpha}{qB}$ .  
 Направление, в котором закручивается спираль, зависит от знака заряда.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Какая сила называется силой Лоренца? Чему она равна?
2. Как найти направление силы Лоренца?
3. Как направлена сила Лоренца при движении заряженной частицы по окружности?
4. Чему равен период обращения заряда в магнитном поле?

### Методические указания

При решении задач, связанных с действием на движущиеся в поле заряженные частицы, необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- 1) в соответствии с условием задачи сделать схематический чертеж, на котором указать направление вектора скорости, вектора магнитной индукции;
- 2) используя правило левой руки, определить направление силы Лоренца; при нахождении направления силы Лоренца обратить внимание на знак заряда;
- 3) составить уравнения динамики для данной задачи в векторном виде и выбрать направления осей координат;
- 4) записать уравнения движения в проекциях на оси координат и решить полученную систему уравнений.

### Примеры решения задач

Задача 1. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией  $5 \cdot 10^{-3}$  Тл. Радиус окружности, по которой он движется, равен 1 см.



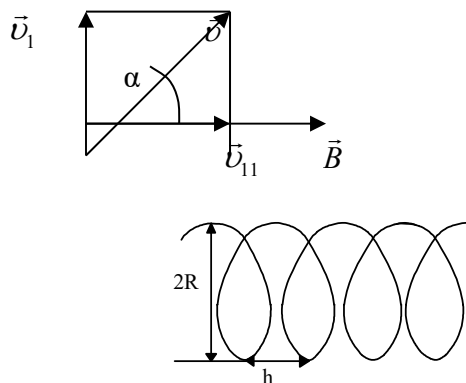
Определите модуль скорости движения электрона, если она направлена перпендикулярно к линиям индукции.

Дано:	СИ:	Решение:
$R=1 \text{ см}$	$0,01 \text{ м}$	Электрон под действием силы Лоренца в магнитном поле движется по окружности с центростремительным ускорением.
$B=5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$		По определению силы Лоренца $F_L = e \cdot B \cdot v \cdot \sin \alpha$ , т.к. $\alpha=90^\circ$ , то
$m=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$		$F_L = e \cdot B \cdot v$ .
$e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$		Согласно второму закону Ньютона сила Лоренца создаёт центростремительное ускорение:
$\alpha = 90^\circ$		
Найти:		$F_L = ma_{\text{ц}} = \frac{mv^2}{R}$ . Тогда $e v B = \frac{mv^2}{R} \rightarrow v = \frac{e R B}{m}$
$v$ - ?		$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,01 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 9 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
	Ответ:	$v = 9 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Задача 2. Электрон влетает в однородное магнитное поле со скоростью  $10^6$  под углом  $30^\circ$  к вектору магнитной индукции. Найти радиус и шаг винтовой линии, по которой будет двигаться электрон, если индукция магнитного поля равна  $10^{-3}$  Тл.

Дано: Решение.

$v = 10^6 \text{ м/с}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $B = 10^{-3}$   
 Найти:  
 $R$  - ?  $h$  - ?



Разложим вектор скорости на две составляющие: одна вдоль вектора  $\vec{B} - \vec{v}_{11}$ , другая перпендикулярно вектору  $\vec{B} - \vec{v}_{11}$ .

Электрон будет двигаться равномерно вдоль силовых линий магнитного поля со скоростью  $u_{11}$ , так как угол между  $\vec{v}_{11}$  и  $\vec{B}$  равен нулю и магнитное поле на эту составляющую скорости не действует. Одновременно электрон будет двигаться равномерно по окружности со скоростью  $u_\perp$  в плоскости,

перпендикулярной плоскости рисунка. В результате сложения этих электрон будет двигаться по винтовой линии.

Найдем радиус винтовой линии из уравнения

$$qu_1B = m \frac{v_1^2}{R}.$$

Отсюда

$$R = \frac{mv_1}{qB} = \frac{mv \sin \alpha}{qB} = 2,84 \text{ мм.}$$

Шаг винтовой линии определяется из соотношения

$$h = u_{11} \cdot T$$

где T- период вращения электрона, который равен:

$$T = \frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2\pi m}{qB}.$$

Следовательно,

$$h = v \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2\pi m}{qB} = 3,1 \text{ см.}$$

Ответ: R = 2,84 мм; h = 3,1 см.

Задание 2. Решите количественные задачи.

Задача 1. В магнитное поле с индукцией B влетает заряженная частица с массой m и зарядом q. Под действием силы Лоренца Fл она описывает окружность радиусом R. Скорость частицы v. Определите значение величины, обозначенной «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B, Тл	0,5	4	?	3	?	2	1	?	0,02	1,5
m	m <sub>p</sub>	m <sub>e</sub>	?	4m <sub>p</sub>	m <sub>e</sub>	2m <sub>p</sub>	m <sub>p</sub>	?	?	4 m <sub>p</sub>
q	e	?	e	?	e	e	e	2e	e	2e
Fл, кН	?	6,4	1,6	?	1,2	?	?	0,32	?	?
R, см	?	?	5,2	4,2	?	10	?	8,3	0,57	?
v, Мм/с	6	10	5	6	4	?	12	2	20	3

Задача 2. Частица массой m, имеющая заряд q, влетает в магнитное поле с индукцией B так, что вектор скорости v частицы перпендикулярен линиям магнитной индукции. В магнитном поле траекторией частицы является окружность диаметром d. Определите значение величины, обозначенной «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

m, а.е.м	4	7	10	?	12	14	16	2	?	12
q, 10 <sup>-19</sup> Кл	1,6	1,6	3,2	1,6	?	3,2	3,2	1,6	1,6	?
B, мТл	?	400	150	100	300	?	250	120	400	150
φ, Мм/с	0,7	?	0,44	0,81	0,4	0,37	?	0,99	0,34	0,4
d, см	58,2	16	?	50,5	16,6	10,8	23,3	?	30	33,3

Задача 3. Пройдя ускоряющую разность потенциалов U, частица массой m с зарядом q попадает в однородное магнитное поле с индукцией B таким образом, что направление её скорости φ составляет угол φ с направлением магнитного поля. В магнитное поле частица движется по спирали, период её обращения T, радиус орбиты R, шаг спирали d. Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m	m <sub>e</sub>	m <sub>e</sub>	m <sub>p</sub>	m <sub>p</sub>	m <sub>α</sub>	m <sub>e</sub>	m <sub>e</sub>	m <sub>p</sub>	m <sub>p</sub>	m <sub>α</sub>
q	+e	-e	+e	-e	+e	+2e	-e	+e	-e	+2e
U, В	100	150	200	300	?	?	?	?	?	?
B, мТл	?	0,2	20	?	30	?	?	10	?	?
φ	30	60	?	?	?	30	45	30	?	?
T, мс	?	?	?	40	?	0,3	?	?	?	0,5
R, см	3	?	?	15	?	?	1	10	10	100
d, м	?	?	0,3	?	0,2	?	?	?	1	5
φ, Мм/с	?	?	?	?	0,1	10	5	?	0,2	?

## Практическая работа 24

Определение параметров электромагнитных колебаний

Цель работы: закрепить умение решать задачи на вычисление индуктивного, емкостного сопротивлений, действующего значения силы тока и его амплитудного значения.

### Основные понятия и формулы

Электромагнитные колебания – это периодические изменения со временем электрических и магнитных величин (заряда, силы тока, напряжения, напряжённости, магнитной индукции и др.) в электрической цепи.

Период свободных электромагнитных колебаний в контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \text{ - формула Томсона,}$$

где ω – циклическая частота свободных электромагнитных колебаний.

Если в CL - контур последовательно с L, C и R включить источник переменного напряжения, то в цепи возникнут вынужденные электрические колебания. Такие колебания принято называть переменным электрическим током. Источником переменного тока является генератор переменного тока, в основе работы которого лежит явление электромагнитной индукции.

Если проволочную рамку площадью S поместить в однородное магнитное поле индукции B и начать вращать рамку вокруг её оси, то за счет явления электромагнитной индукции в рамке возникает ЭДС, а если к концам рамки подключить резистор, то через рамку и резистор потечет ток; и ток, и ЭДС будут переменными.

$$\Phi = BS \cos \alpha; \alpha = \omega t \quad \Phi = BS \cos \omega t$$

$$\varepsilon = -(\Phi)' = B \cdot S \omega \sin \omega t$$

В цепь переменного тока можно включать три вида нагрузки — конденсатор, резистор и катушку индуктивности. Резистор оказывает переменному току такое же сопротивление, как и постоянному. Сопротивление резистора не зависит от частоты. Ток, текущий через резистор, меняется синфазно с напряжением резистора.

$$I = I_0 \cos \omega t; U_R = I_0 R \cos \omega t = U_0 R \cos \omega t$$

Конденсатор оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле:

$$X_C =$$

Ток, текущий через конденсатор, по фазе опережает на напряжение на  $\pi/2$  или на четверть периода, а напряжение отстает от тока на такой же фазовый угол.

$$I = I_0 \cos \omega t; U_C = I_0 / \omega C \cos \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

Катушка индуктивности оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле

$$X_L = \omega L$$

Ток, текущий через катушку индуктивности, по фазе отстает от напряжения на  $\pi/2$  или на четверть периода. Напряжение опережает ток на такой же фазовый угол,

$$I = I_0 \cos \omega t; U = I_0 \omega \cdot L \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

Меняя соотношения между индуктивностью, емкостью и частотой, можно менять амплитуду силы тока в цепи:

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$$

Наибольшего значения сила тока достигает тогда, когда  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ,  
 $I_0 = \frac{U_0}{R}$

тогда . В этом случае говорят, что в цепи наступает резонанс напряжений.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Какие колебания называют электромагнитными?
2. Что называют переменным электрическим током?
3. Из каких элементов состоит колебательный контур?
4. От чего зависит период электромагнитных колебаний?
5. Чему равно ёмкостное сопротивление?
6. Чему равно индуктивное сопротивление?

### Методические указания

Решение задач об электромагнитных колебаниях в колебательном контуре связано с нахождением периода (или собственной частоты) колебаний контура с использованием формулы Томсона. При решении некоторых задач используются законы сохранения и превращения энергии в колебательном контуре.

- 1) Записать заданное уравнение и уравнение гармонических колебаний в общем виде;
- 2) сопоставив эти уравнения, определить величины, характеризующие колебания (амплитуду, частоту, период, фазу) и другие величины в соответствии с условием задачи;

3) в некоторых задачах, наоборот, по известным величинам, характеризующим колебательную систему, следует записать уравнение гармонических колебаний.

При решении задач по теме «Переменный ток» следует помнить, что это вынужденные электрические колебания, необходимо учитывать отличие действующего значения силы тока (напряжения) от амплитудного.

### Примеры решения задач

Задача 1. Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени  $t$  в соответствии с уравнением  $q = 50 \cos 100\pi t$ . Найти период и частоту колебаний в контуре, циклическую частоту, амплитуду колебаний заряда и амплитуду колебаний силы тока. Записать уравнение  $i = i(t)$ , выражающее зависимость силы тока от времени.

Дано:  
 $q = 50 \cos 100\pi t$

Найти:  
 $T$ -?  
 $\nu$ -?  
 $\omega$ -?

Решение:

Запишем уравнение изменения заряда с течением времени и сравним его с данным уравнением:

$$q = q_m \cos \omega t, \quad q = 50 \cos 100\pi t.$$

Из уравнения видно, что множитель перед косинусом является

амплитудой заряда  $q_m = 50 \text{ Кл}$ ; циклическая частота  $\omega = 100\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$

По определению циклической частоты  $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$ , отсюда

$T = \frac{2\pi}{\omega}$ ; частота колебаний  $\nu = \frac{1}{T}$  или  $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ . Следовательно,

$$T = \frac{2\pi}{100\pi} = 0,02 \text{ с}; \quad \nu = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ Гц}$$

Зависимость силы тока от времени имеет вид:  $i = q' = -q_m \omega \cdot \sin \omega t$   
 или  $i = -50 \cdot 100\pi \cdot \sin 100\pi t = -5000\pi \cdot \sin 100\pi t$

Тогда амплитуда силы тока  $I_m = 5000\pi \text{ А}$ .

Ответ:

$$q_m = 50 \text{ Кл}; \quad T = 0,02 \text{ с}; \quad \nu = 50 \text{ Гц}; \quad \omega = 100\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

$$I_m = 5000\pi \text{ А}; \quad i = -5000\pi \cdot \sin 100\pi t.$$

Задача 2. Индуктивность и ёмкость колебательного контура соответственно равны 70 Гн и 70 мкФ. Определить период колебаний в контуре.

Дано: СИ:  
 $L = 70 \text{ Гн}$   
 $C = 70 \text{ мкФ}$       $70 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$

Решение:

Период колебаний определим по формуле Томсона:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Найти:

Частоту колебаний найдём по формуле  $\nu = \frac{1}{T}$

$T$ -?

$$T = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{70 \cdot 70 \cdot 10^{-6}} \approx 0,44 \text{ с}$$

$\nu$ -?

$$\nu = \frac{1}{0,44} \approx 2,3 \text{ Гц}$$

Ответ:  $T \approx 0,44 \text{ с}; \quad \nu \approx 2,3 \text{ Гц}$ .

## Практическая работа 25

### Кванты света

**Цель работы:** закрепить умение применять формулу красной границы фотоэффекта и уравнение Эйнштейна при решении задач.

### Основные понятия и формулы

Стремясь преодолеть затруднения классической теории при объяснении излучения чёрного тела, М. Планк в 1900 г. Высказал гипотезу: атомы испускают электромагнитную энергию отдельными порциями – квантами.

Энергия  $E$  каждой порции прямо пропорциональна частоте излучения:

$$E = h\nu$$

где  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – постоянная Планка.

Фотон – материальная, электрически нейтральная частица – квант электромагнитного поля.

Энергия фотона  $E = h\nu$ .

$$\text{Масса фотона } m = \frac{h\nu}{c^2}.$$

$$\text{Импульс фотона } p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}.$$

Фотоэффектом называется испускание электронов с поверхности металла под действием света.

Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{m\nu^2}{2}$$

$eU = \frac{m\nu^2}{2}$ , где  $m$  – масса электрона,  $\nu$  – максимальная скорость фотоэлектрона.

Законы фотоэффекта:

1. Число электронов, выбиваемых за 1 с из вещества, пропорционально интенсивности света.
2. Кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит от его частоты.
3. Для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта, т.е. существует наименьшая частота, при которой ещё фотоэффект.

Уравнение Эйнштейна: энергия кванта тратится на работу выхода электрона из металла и сообщение электрону кинетической энергии.

$$h\nu = A + \frac{m\nu^2}{2},$$

где  $A$  – работа выхода электронов из металла.

Работа выхода – это характеристика металла (табличная величина). Она показывает, какую работу должен совершить электрон, чтобы преодолеть поверхностную разность потенциалов и выйти за пределы металла.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Как излучается и поглощается свет атомами вещества?
2. Что называется фотоэффектом?
3. Что такое красная граница фотоэффекта?
4. Что называется работой выхода?

5. Что такое фотон?
6. Как определить энергию и импульс фотона?

### Методические указания

При решении задач необходимо:

- 1) помнить о взаимосвязи между волновыми и квантовыми характеристиками частиц;
- 2) знать, что взаимодействие фотонов с веществом подчиняется законам сохранения энергии и импульса. Уравнение Эйнштейна является следствием закона сохранения энергии.

### Примеры решения задач

Задача 1. Определите красноволновую границу фотоэффекта для натрия, если работа выхода электрона из фотокатода  $A=2,3$  эВ.

<p>Дано:  <math>h=6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж <math>\cdot</math> с  <math>c=3 \cdot 10^8</math> м/с  <math>A=2,3</math> эВ</p>	<p>СИ:  <math>3,68 \cdot 10^{-19}</math> Дж</p>	<p>Решение:          Запишем уравнение для «красной границы» фотоэффекта и вычислим из него искомую длину волны <math>h\nu=A_{\text{вых}}</math> или <math>\frac{h \cdot c}{\lambda} = A_{\text{вых}}</math>, откуда  <math>\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,68 \cdot 10^{-19}} = 5,4 \cdot 10^{-7}</math> м</p>
<p>Найти:  <math>\lambda_{\text{кр}} - ?</math></p>		

Ответ:  $\lambda=5,4 \cdot 10^{-7}$  м

Задача 2. Работа выхода электронов из пластины  $A_{\text{вых}}=6,3$  эВ. Определить, произойдет ли внешний фотоэффект, если на пластину падает свет с частотой  $\nu_1=8 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_2=3 \cdot 10^{16}$  Гц.

<p>Дано:  <math>A_{\text{вых}}=6,3</math> эВ  <math>\nu_1=8 \cdot 10^{14}</math> Гц  <math>\nu_2=3 \cdot 10^{16}</math> Гц</p>	<p>СИ:  <math>1 \cdot 10^{-18}</math> Дж</p>	<p>Решение:          Внешний фотоэлектрический эффект произойдет в том случае, если <math>\nu &gt; \nu_{\text{кр}}</math>.          Уравнение для красной границы фотоэффекта  <math>h\nu_{\text{кр}}=A_{\text{вых}}</math> (1)          Из (1) определяем <math>\nu_{\text{кр}}=A_{\text{вых}}/h</math>.          Вычисления дают <math>\nu_{\text{кр}}=1,5 \cdot 10^{15}</math> Гц          При этой частоте фотоэффекта не произойдет.          Во втором случае вычисления покажут, что фотоэффект произойдет.</p>
<p>Найти:  <math>\nu_{\text{кр}} - ?</math></p>		

### Практическая работа 26

Электромагнетизм.

**Цель работы:** Разберите решение следующих задач.

Катушка длиной 20 см и площадью поперечного сечения 4 см<sup>2</sup> содержит 100 витков.

Определить

магнитный поток и магнитное сопротивление сердечника из литой стали, если сила тока в витках

катушки 2 А.

Дано: Решение:

$N = 100$   $\Phi = BS$  – магнитный поток,  $NI = IN$  – закон полного тока.

$S = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  (Пояснения к графику: 1 – электротехническая сталь,

$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$  – литая сталь, 3 – чугун). Н

$IN$

$100 \cdot 2$

=

=

$1000 \text{ А} / \text{м} =$

$I = 2 \text{ А}$

1

0,2

Найти: Находим по графику  $B = 1,1 \text{ Тл}$ .  $\Phi = 1,1 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$

$U$

$IN$

$100 \cdot 2$

1

$\Phi, R_{\mu} - ? R$

$\mu$

$= \mu$

=

=

$10 \cdot 4,5 \approx 4 -$

5

.

$\Phi$

$\Phi$

$10 \cdot 4,4$

$\Gamma_{\text{н}}$

Ответ: магнитный поток  $4,4 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$ , магнитное сопротивление  $4,5 \cdot 10^5 / \text{Гн}$ .

Сила тока в катушке сопротивлением  $5,0 \text{ Ом}$  равна  $17 \text{ А}$ . Индуктивность катушки  $50 \text{ мГн}$ .

Каким будет

напряжение на зажимах катушки, если сила тока в ней равномерно возрастает со скоростью  $1000 \text{ А/с}$ ?

Дано: Решение:

$R = 5,0 \text{ Ом}$   $U = U_0 + \epsilon_{\text{си}}$ , где  $U_0$  – напряжение, создаваемое источником постоянного тока,  $\epsilon_{\text{си}}$  –

$I \Delta$

$L = \epsilon_{\text{си}} I = 17 \text{ А}$  ЭДС самоиндукции.  $U_0 = I R = 17 \cdot 5,0 = 85 \text{ В}$ ,

$50 \text{ В} = 1000 \cdot 0,050 =$

$t \Delta$

.

$L = 50 \text{ мГн} = 0,050 \text{ Гн}$   $U = 85 - 50 = 35 \text{ В}$

$\Delta I / \Delta t = 1000 \text{ А/с}$  Ответ: напряжение на зажимах катушки  $35 \text{ В}$ .

Найти:

$U - ?$

Рамка площадью  $200 \text{ см}^2$  вращается с угловой скоростью  $50 \text{ рад/с}$  в однородном магнитном поле с

индукцией  $0,4 \text{ Тл}$ . Написать формулы зависимости магнитного потока и ЭДС от времени, если при  $t = 0$

нормаль к плоскости рамки параллельна линиям индукции поля.

Дано: Решение:

$S = 200 \text{ см}^2 = 0,0200 \text{ м}^2$   $\Phi = \Phi_m \cos \omega t = BS \cos \omega t = 0,4 \cdot 0,0200 \cos 50 t$ ;  $\Phi = 0,008 \cos 50 t$ .



$50 \sin 50t \cdot 0,008 = t \omega \sin \omega B S = t \omega (B S \cos \omega t - \Phi) \omega = 50 \text{ рад/с}$  ei

$B = 0,4 \text{ Тл}$  e = 0,4 sin 50t.

Найти: Ответ:  $\Phi = 0,008 \cos 50 t$ , e = 0,4 sin 50t.

e = e (t),  $\Phi = \Phi(t)$  - ?

Решите следующие задачи.

Катушка длиной 50 см и площадью поперечного сечения 1 см<sup>2</sup> содержит 250 витков.

Найти силу тока в

обмотке, если магнитный поток в сердечнике из литой стали равен 0,14 мВб?

При равномерном изменении магнитного потока, пронизывающего контур проводника, на 0,6 Вб ЭДС

индукции в контуре была равна 1,2 В. Найти время изменения магнитного потока. Найти силу тока в

контуре, если сопротивление проводника 0,24 Ом.

При вращении проволочной рамки в однородном магнитном поле пронизывающий рамку магнитный поток

изменяется в зависимости от времени по закону  $\Phi = 0,01 \cos 10\pi t$ . Написать формулу зависимости ЭДС

от времени. Какова частота вращения рамки? Чему равны максимальные значения магнитного потока и

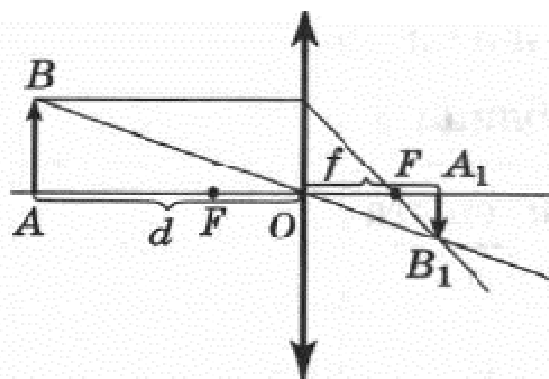
ЭДС?

## Практическая работа 27

**Тема:** Изучение изображения предметов в тонкой линзе

### Ход работы:

Познакомьтесь с работой (на рабочем столе папка\_Физика\_физика 7\_название эксперимента\_Изучение изображения, даваемого линзой), выполните и оформите отчет в MicrosoftWord, фотографируем с помощью клавиши Print Screen, обработка фото (формат, работа с рисунком, обрезка)



Уравнение линзы имеет вид  $1/d + 1/f = D$ ,

или  $1/d + 1/f = 1/F$ , где

$D$  – оптическая сила линзы,

$F$  – её фокусное расстояние,

$d$  – расстояние от предмета до оптического центра линзы,

$f$  – расстояние от изображения до оптического центра.

Включите лампочку и передвигайте линзу до тех пор, пока на экране не возникнет чёткое изображение спирали. Получите при разных положениях линзы два изображения спирали: одно увеличенное, другое уменьшенное.

1. Фото 1.
2. Фото 2.
3. Измерьте расстояния  $d$  и  $f$  при уменьшенном и увеличенном изображении.
4. Постройте таблицу, внесите измерения и вычислим значения  $D$  (оптическая сила) и  $F$  (фокусное расстояние).
5. Сравните полученные результаты вычисления  $F$  и  $D$  для разных изображений.
6. От чего зависит изображение? (написать в выводе)

№ опыта	$d$ (м)	$f$ (м)	$D = (d + f) / (d \cdot f)$	$F = 1 / D$
1 (уменьшенное изображение)				
2 (увеличенное изображение)				

Вывод: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## Практическая работа 28

**Тема: Элементы квантовой физики**

**Ход работы:**

1  
 Определите дефект массы ядра лития  $Li\ 3$  в атомных единицах массы и килограммах.

2  
 Вычислите энергию связи и удельную энергию ядра алюминия  $Al\ 13$ .

3 Какой длины волны свет надо направить на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была  $2\ Мм/с$ ?

4  
 В какое вещество превращается  $U92$  после альфа – распада и двух бета – распадов? Запишите все реакции последовательно.

$m_p = 1.00727647$  а.е.м.;  $m_n = 1.00866501$  а.е.м.;

M 27

$A_{13} = 27,012$  а.е.м.;

$M_{73} = 7,01601$  а.е.м.;

-19

$A_{\text{вых}}(\text{цезий}) = 1,8 \text{ эВ}; 1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

## Практическая работа 29

### Тема: Строение и эволюция Вселенной

#### Ход работы:

Вселенная бесконечна во времени и пространстве. Каждая частичка вселенной имеет свое начало и конец, как во времени, так и в пространстве, но вся Вселенная бесконечна и вечна так, как она является вечно самодвижущейся материей. Вселенная - это всё существующее. От мельчайших пылинок и атомов до огромных скоплений вещества звездных миров и звездных систем. Поэтому не будет ошибкой сказать, что любая наука так или иначе изучает Вселенную, точнее, тем или иначе её стороны. Химия изучает мир молекул, физика – мир атомов и элементарных частиц, биология – явления живой природы. Но существует научная дисциплина, объектом исследования которой служит сама вселенная или “Вселенная как целое”. Это особая отрасль астрономии так называемая космология. Космология – учение о Вселенной в целом, включающая в себя теорию всей охваченной астрономическими наблюдениями области, как части Вселенной, кстати не следует смешивать понятия Вселенной в целом и “наблюдаемой” (видимой) Вселенной. Во втором случае речь идет лишь о той ограниченной области пространства, которая доступна современным методам научных исследований. С развитием кибернетики в различных областях научных исследований приобрели большую популярность методики моделирования. Сущность этого метода состоит в том, что вместо того или иного реального объекта изучается его модель, более или менее точно повторяющая оригинал или его наиболее важные и существенные особенности. Модель не обязательно вещественная копия объекта.

Построение приближенных моделей различных явлений помогает нам всё глубже познавать окружающий мир. Так, например, на протяжении длительного времени астрономы занимались изучением однородной и изотропной Вселенной, в которой все физические явления протекают одинаковым образом и все законы остаются неизменными для любых областей и в любых направлениях. Изучались так же модели, в которых к этим двум условиям добавлялось третье, - неизменность картины мира. Это означает, что в какую бы эпоху мы не созерцали мир, он всегда должен выглядеть в общих чертах одинаково. Эти во многом условные и схематические модели помогли осветить некоторые важные стороны окружающего нас мира. Но! Как бы сложна ни была та или иная теоретическая модель, какие бы многообразные факты она ни учитывала, любая модель – это еще не само явление, а только более или менее точная его копия, так сказать образ реального мира. Поэтому все результаты полученные с помощью моделей Вселенной, необходимо обязательно проверить путем сравнения с реальностью. Нельзя отождествлять само явление с моделью. Нельзя без тщательной проверки, приписывать природе те свойства, которыми обладает модель. Ни одна из моделей не может претендовать на роль точного “слепок” Вселенной. Это говорит о необходимости углубленной разработки моделей неоднородной и не изотропной Вселенной. Звезды во Вселенной объединены в гигантские звездные системы, называемые галактиками. Звездная система. В составе которой, как рядовая звезда находится наше Солнце, называется Галактикой. Число звезд в галактике порядка  $10^{12}$  (триллиона). Млечный

путь, светлая серебристая полоса звезд опоясывает всё небо, составляя основную часть нашей Галактики. Млечный путь наиболее ярок в созвездии Стрельца, где находятся самые мощные облака звезд. Наименее ярок он в противоположной части неба. Из этого нетрудно вывести заключение, что солнечная система не находится в центре Галактики, который от нас виден в направлении созвездия Стрельца. Чем дальше от плоскости Млечного Пути, тем меньше там слабых звезд и тем менее далеко в этих направлениях тянется звездная система. В общем, наша Галактика занимает пространство, напоминающее

на нее сбоку. по видны на и горячие примерно равен с которым

видна под светового года 100000 расстояние, но четкой звездная



линзу или чечевицу, если смотреть Размеры Галактики были намечены расположению звезд, которые больших расстояниях. Это цефеиды гиганты. Диаметр Галактики 3000 пк (Парсек (пк) – расстояние, большая полуось земной орбиты, перпендикулярная лучу зрения, углом в  $1''$ .  $1 \text{ Парсек} = 3,26 = 206265 \text{ а. е.} = 3 \cdot 10^{13} \text{ км.}$ ) или световых лет (световой год – пройденное светом в течении года) границы у нее нет, потому что плотность постепенно сходит на

нет. В центре галактики расположено ядро диаметром 1000-2000 пк – гигантское уплотненное скопление звезд. Оно находится от нас на расстоянии почти 10000 пк (30000 световых лет) в направлении созвездия Стрельца, но почти целиком скрыто плотной завесой облаков, что препятствует визуальным и фотографическим обычным наблюдениям этого интереснейшего объекта Галактики. В состав ядра входит много красных гигантов и короткопериодических цефеид. Звезды верхней части главной последовательности а особенно сверхгиганты и классические цефеиды, составляют более молодые население. Оно располагается дальше от центра и образует сравнительно тонкий слой или диск. Среди звезд этого диска находится пылевая материя и облака газа. Субкарлики и гиганты образуют вокруг ядра и диска Галактики сферическую систему. Масса нашей галактики оценивается сейчас разными способами, равна  $2 \cdot 10^{11}$  масс Солнца (масса Солнца равна  $2 \cdot 10^{30}$  кг.) причем  $1/1000$  ее заключена в межзвездном газе и пыли. Масса Галактики в Андромеде почти такова же, а масса Галактики в Треугольнике оценивается в 20 раз меньше. Поперечник нашей галактики составляет 100000 световых лет. Путем кропотливой работы московский астроном В. В. Кукарин в 1944 г. нашел указания на спиральную структуру галактики, причем оказалось, что мы живем между двумя спиральными ветвями, бедном звездами.

В некоторых местах на небе в телескоп, а кое где даже невооруженным глазом можно различить тесные группы звезд, связанные взаимным тяготением, или звездные скопления. Существует два вида звездных скоплений: рассеянные и шаровые. Рассеянные скопления состоят обычно из десятков или сотен звезд главной последовательности и сверхгигантов со слабой концентрацией к центру. Шаровые же скопления состоят обычно из десятков или сотен звезд главной последовательности и красных гигантов. Иногда они содержат короткопериодические цефеиды. Размер рассеянных скоплений – несколько парсек. Пример их скопления Глады и Плеяды в созвездии Тельца. Размер шаровых скоплений с сильной концентрацией звезд к центру – десятков парсек. Известно более 100 шаровых и сотни рассеянных скоплений, но в Галактике последних должно быть десятки тысяч.

Кроме звезд в состав Галактики входит еще рассеянная материя, чрезвычайно рассеянное вещество, состоящее из межзвездного газа и пыли. Оно образует туманности.

Туманности бывают диффузными (клочковатой формы) и планетарными. Светлые они от того, что их освещают близлежащие звезды. Пример: газопылевая туманность в созвездии Ориона и темная пылевая туманность Конская голова. Расстояние до туманности в созвездии Ориона равно 500 пк, диаметр центральной части туманности – 6 пк, масса приблизительно в 100 раз больше массы Солнца. Во Вселенной нет ничего единственного и неповторимого в том смысле, что в ней нет такого тела, такого явления, основные и общие свойства которого не были бы повторены в другом теле, другими явлениями.

Внешний вид галактик чрезвычайно разнообразен, и некоторые из них очень живописны. Эдвин Пауэлла Хаббл (1889-1953), выдающийся американский астроном – наблюдатель, избрал самый простой метод классификации галактик по внешнему виду, и нужно сказать, что хотя в последствии другими выдающимися исследователями были внесены разумные предположения по классификации, первоначальная система, выведенная Хабблом, по прежнему остаётся основой классификации галактик.

Хаббл предложил разделить все галактики на 3 вида:

- 1. Эллиптические – обозначаемые E (elliptical);
- 2. Спиральные (Spiral);
- 3. Неправильные – обозначаемые I (irregular).

Эллиптические галактики внешне невыразительные. Они имеют вид гладких эллипсов или кругов с постепенным круговым уменьшением яркости от центра к периферии. Ни каких дополнительных частей у них нет, потому что Эллиптические галактики состоят из второго типа звездного населения. Они построены из звезд красных и желтых гигантов, красных и желтых карликов и некоторого количества белых звезд не очень высокой светлости. Отсутствуют бело-голубые сверхгиганты и гиганты, группировки которых можно наблюдать в виде ярких сгустков, придающих структурность системе, нет пылевой материи которая, в тех галактиках где она имеется, создаёт темные полосы, оттеняющие форму звездной системы.

Внешне эллиптические галактики отличаются друг от друга в основном одной чертой – большим или меньшим сжатием (NGC и 636, NGC 4406, NGC 3115 и др.) С несколько однообразными эллиптическими галактиками контрастируют спиральные галактики являющиеся может быть даже самыми живописными объектами во Вселенной. У эллиптических галактик внешний вид говорит о статичности, стационарности Спиральные галактики наоборот являют собой пример динамики формы. Их красивые ветви, выходящие из центрального ядра и как бы теряющие очертания за пределами галактики, указывает на мощное стремительное движение. Поражает также многообразие форм и рисунков ветвей. Как правило, у галактики имеются две спиральные ветви, берущие начало в противоположных точках ядра, развивающимися сходным симметричным образом и теряющая в противоположных областях периферии, галактики. Однако известны примеры большего, чем двух числа спиральных ветвей в галактике. В других случаях спирали две, но они неравны – одна значительно более развита чем вторая. Примеры спиральных галактик: M31, NGC 3898, NGC 1302, NGC 6384, NGC 1232 и др.

Перечисленные мною до сих пор типы галактик характеризовались симметричностью форм определенным характером рисунка. Но встречаются большое число галактик неправильной формы. Без какой-либо закономерности структурного строения. Хаббл дал им обозначение от английского слова irregular – неправильные.

Неправильная форма у галактики может быть, в следствии того, что она не успела принять правильной формы из-за малой плотности в ней материи или из-за молодого возраста. Есть и другая возможность: галактика может стать неправильной в следствии искажения формы в результате взаимодействия с другой галактикой. По видимому эти оба случая встречаются среди неправильных галактик и может быть с этим связанно деление неправильных галактик на 2 подтипа.

Подтип II характеризуется сравнительно высокой поверхностью, яркостью и сложностью неправильной структуры (NGM 25744, NGC 5204). Французский астроном Вакулер в некоторых галактиках этого подтипа, например Магеллановых облаках, обнаружил признаки спиральной разрушенной структуры.

Неправильные галактики другого подтипа обозначаемого III, отличаются очень низкой поверхностью и яркостью. Эта черта выделяет их из среды галактик всех других типов. В то же время она препятствует обнаружению этих галактик, вследствие чего удалось выявить только несколько галактик подтипа III расположенных сравнительно близко (галактика в созвездии Льва.).

Только 3 галактики можно наблюдать невооруженным глазом, Большое Магелланово облако, Малое Магелланово облако и туманность Андромеды. В таблицы приведены данные о десяти ярчайших галактиках неба. (БМО, ММО – Большое Магелланово облако и Малое Магелланово облако.). Не вращающаяся звездная система по истечении некоторого срока должна принять форму шара. Такой вывод следует из теоретических исследований. Он подтверждается на примере шаровых скоплений, которые вращаются и имеют шарообразную форму. Если же звездная система сплюснута, то это означает, что она вращается. Следовательно, должны вращаться и эллиптические галактики, за исключением тех, из них, которые шарообразны, не имеют сжатия. Вращение происходит вокруг оси, которая перпендикулярна главной плоскости симметрии. Галактика сжата вдоль оси своего вращения. Впервые вращение галактик обнаружил в 1914 г. американский астроном Слайфер.

Особый интерес представляют галактики с резко повышенной светимостью. Их принято называть радиогалактиками. Наиболее выдающаяся галактика Лебедь. Это слабая



двойная галактика с чрезвычайно тесно расположенными друг к другу компонентами, являющимися мощнейшим дискретным источником. Объекты подобные галактике Лебедь безусловно очень редки в метагалактике, но Лебедь не единственный объект подобного рода во Вселенной. Они должны находиться на громадном расстоянии друг от друга (более 200Мпс).

Поток проходящего от них радиоизлучения в виду большого расстояния слабее, чем от источника Лебедь. Несколько ярких галактик, входящих в каталог NGC, также отнести к разряду радиогалактик, потому что их радиоизлучение аналогично сильное, хотя оно значительно уступает по энергии световому. Из этих галактик NGC 1273, NGC 5128, NGC 4782 и NGC 6186 являются двойными. Одиночные NGC 2623 и NGC 4486. Когда английские и австралийские астрономы, применив интерференционный метод в 1963 г. определили с большой точностью значительного числа дискретных источников радиоизлучения, они одновременно определили и другие размеры некоторого числа радиоисточников. Диаметры большинства из них исчислялись

или десятками секунд дуги, но у 5 источников, а именно у 3C48,3C147,3C196,3C273 и 3C286, размеры оказались меньше секунды дуги.



положения

угловые

минутами

Но поток их радиоизлучения не уступали потки радиоизлучения других фирм дискретных источников, превосходящих их по площади излучения в десятки тысяч раз. Эти звездopodobные источники радиоизлучения были названы квадрами. Сейчас их открыто более 1000. Блеск квадра не остается постоянным. Массы квадров достигают миллиона солнечных масс. Источник энергии квадров до сих пор не ясен. Есть предположения, что квадры – это исключительно активные ядра очень далеких галактик. Теоретическое моделирование имеет важное значение так же и для выяснения прошлого и будущего наблюдаемой Вселенной. В 1922 г. А. А. Фридман занялся разработкой оригинальной теоретической модели Вселенной. Он предположил, что средняя плотность не является постоянно, а меняется с течением времени. Фридман пришел к выводу, что любая достаточно большая часть Вселенной, равномерно заполняемая материя не может находиться в состоянии равновесия: она должна либо расширяться, либо сжиматься. Еще в 1917 г. В. М. Слайдер обнаружил “красное смещение” спектральных линий в спектрах далёких галактик. Подобное смещение наблюдается тогда, когда источник света удаляется от наблюдателя. В 1929 г. Э. Хаббл объяснил это явление взаимным разбеганием этих звездных систем. Явление “красного смещения” наблюдается в спектрах почти всех галактик, кроме ближайших (нескольких). И чем дальше от нас галактика, тем больше сдвиг линий в её спектре, т.е. все звездные системы удаляются от нас с огромными скоростями в сотни, тысячи десятки тысяч километров в секунду, более далекие галактики обладают и большими скоростями. А после того, как эффект “красного смещения” был обнаружен и в радиодиапазоне, то не осталось, никаких сомнений в том, что наблюдаемая Вселенная расширяется. В настоящее время известны галактики, удаляющиеся от нас со скоростью 0,46 скорости света. А сверхзвезды и квазары – 0,85 скорости света. Но почему они движутся, расширяются? На галактики постоянно действует какая-то сила. В отдаленном прошлом материя в нашей области Вселенной находилась в сверхплотном состоянии. Затем произошел “взрыв”, в результате которого и началось расширение. Чтобы выяснить дальнейшую судьбу метагалактики, необходимо оценить среднюю плотность межзвездного газа. Если она выше 10 протонов на  $1\text{м}^3$ , то общее гравитационное поле метагалактики достаточно велико, чтобы постепенно остановить расширение. И оно смещается сжатием.

Возникли два мнения по поводу состояния Метагалактики до начала расширения. Согласно одному из них первоначальное вещество метагалактики состояло из “холодной” смеси протонов, т.е. ядер атомов водорода, электронов и нейтронов. Согласно второй, температура была очень велика, а плотность излучения даже превосходила плотность вещества. Но после открытия в 1965 г. реликтового излучения А. Тицнасом и Р. Вилсоном предпочтение было отдано второй теории. После была представлена попытка представить ход событий на первых стадиях расширения Метагалактики: через 1с после начала расширения сверхплотной исходной плазмы плотность вещества снизилась до  $500\text{ кг/см}^3$ , а  $t=10^{13}\text{ С}.$  В течение следующих  $100\text{с}$  плотность снизилась до  $50\text{ г/см}^2$  температура упала. Объединились протоны и нейтроны => ядра гелия. При  $t=4000\text{о},$  это продолжалось несколько сотен тысяч лет. Затем, после того, как образовались атомы водорода, началось постепенное формирование горячих водородных облаков, из которых образовались галактики и звезды. Однако в процессе расширения могли сохраниться сгустки сверхплотного до звездного вещества, а в процессе их распада образовались звезды и галактики. Не исключено, что действовали оба механизма. Понятие Метагалактика не является вполне ясным. Оно сформировалось на основании аналогии со звездами. Наблюдения показывают, что галактики, подобно звездам, группирующиеся в рассеянные и шаровые скопления, также объединяются в группы и скопления различной численности. Вся охваченная современными методами астрономических наблюдений часть Вселенной называется Метагалактикой (или нашей Вселенной). В Метагалактике пространство между галактиками заполнено чрезвычайно разряженным межгалактическим газом,

пронизывается космическими лучами, в нем существуют магнитные и гравитационные поля, и возможно невидимые массы веществ.

От наиболее удаленных метagalактических объектов свет идет до нас много миллионов лет. Но все-таки нет оснований утверждать, что метagalактика это вся вселенная. Возможно существуют др., пока не известные нам метagalактики. В 1929 г. Хаббл открыл замечательную закономерность которая была названная “законом Хаббла” или “закон красного смещения”: линии галактик смещенных к красному концу, причем смещение тем больше, чем дальше находится галактика.

Объяснив красные смещения эффектом Доплера. Ученые пришли к выводу о том, что расстояние между нашей и другими галактиками непрерывно увеличивается. Хотя безусловно галактики не разлетаются во все стороны от нашей галактики, которая не занимает никакого особого положения в метagalактике, а происходит взаимное удаление всех галактик. Следовательно, Метagalактика не стационарна.

Открытие расширения метagalактики свидетельствует о том, что в прошлом метagalактика была не такой как сейчас и иной станет в будущем, т.е. метagalактика эволюционирует. По красному смещению определены скорости удаления галактик. У многих галактик они очень велики, соизмеримы со скоростью света. Самыми большими скоростями (более 250 000 км/с) обладают некоторые квазары, которые считаются самыми удаленными от нас объектами Метagalактики. Мы живем в расширяющейся Метagalактики; расширение метagalактики проявляется только на уровне скоплений и сверхскоплений галактик. Метagalактика имеет одну особенность: не существует центра, от которого разбегаются галактики. Удалось вычислить промежуток времени с начала расширения метagalактики.

Промежуток расширения равен 20-13 млрд. лет. Расширение метagalактики является самым грандиозным из известных в настоящее время явлений природы. Это открытие произвело коренное изменение во взглядах философов и ученых. Ведь некоторые философы ставили знак равенства между метagalактикой и вселенной, и пытались доказать, что расширение метagalактики подтверждает религиозное представление о божественности происхождения вселенной. Но Вселенной известны естественные процессы, по всей вероятности это взрывы. Есть предположение, что расширение метagalактики также началось с явления напоминающего. Колоссальный взрыв вещества, обладающего огромной температурой и плотностью.

Расчеты, выполненные астрофизиками, свидетельствуют о том, что после начала расширения вещество метagalактики имело высокую температуру и состояло из элементарных частиц (нуклонов) и их античастиц. По мере расширения изменилась не только температура и плотность вещества, но и состав входивших в него частиц, т.е. многие частицы и античастицы манипулировали, порождая при этом электромагнитные кванты, излучения которые в современной нам метagalактики оказалось больше, чем атомов, из которых состоят звезды, планеты, диффузная материя.

Эта теория называется теорией “горячей Вселенной” чтобы сверхплотное вещество превратилось в вещество с близкой плотностью к плотности воды. Через несколько часов плотность почти сравнялась с плотностью нашего воздуха, а сейчас, по истечении миллиардов лет оценка средней плотности вещества в метagalактике приводит к значению порядка 10-28 кг/м<sup>3</sup>.

Но все эти данные удалось получить только с помощью уникального сложного оборудования позволяющего расширить границы Вселенной. До сих пор человечество совершенствует его, изобретали все более гениальные приборы, но еще на заре цивилизации, когда пылкий человеческий ум обратился к заоблачным высотам, великие философы мыслили свое представление о Вселенной, как о чем-то бесконечном. Древнегреческий философ Анаксимандр (VI в. до н.э.) ввел представление о некой единой



беспредельности, не обладавшей ни какими привычными наблюдениями, качествами, первооснове всего – апейроне.

Стихии мыслились сначала как полуматериальные, полубожественные, одухотворенные субстанции. Представление чистоматериальной основе всего сущего в древнегреческой основе достигли своей вершины в учении атомистов Левкиппа и Демокрита (V-IV в. в. до н.э.) о Вселенной, состоящей из бескачественных атомов и пустоты. Древнегреческим философам принадлежит ряд гениальных догадок об устройстве Вселенной. Анаксимандр высказал идею изолированности Земли, в пространстве. Эйлалай первым описал пифагорейскую систему мира, где Земля как и Солнце обращались вокруг некоего “гигантского огня”. Шарообразность Земли утверждал другой пифагорец Парменид (VI-V в. в. до н.э.) Гераклит Понтийский (V-IV в. до н.э.) утверждал так же ее вращение вокруг своей оси и донес до греков еще более древнюю идею египтян о том, что само солнце может служить центром вращение некоторых планет (Венера, Меркурий).

Французский философ и ученый, физик, математик, физиолог Рене Декарт (1596-1650) создал теорию о эволюционной вихревой модели Вселенной на основе гелиоцентрализма. В своей модели он рассматривал небесные тела и их системы в их развитии. Для XVII в. в. его идея была необыкновенно смелой. По Декарту, все небесные тела образовывались в результате вихревых движений, происходивших в однородной в начале, мировой материи. Совершенно одинаковые материальные частицы, находясь в непрерывном движении и взаимодействии, меняли свою форму и размеры, что привело к наблюдаемому нами богатому разнообразию природы.

Солнечная система согласно Декарту, представляет собой один из таких вихрей мировой материи. Планеты не имеют собственного движения – они движутся, увлекаемые мировым вихрем. Декарт внес и новую идею для объяснения тяжести: он считал, что в вихрях, возникающих вокруг планет частицы давят друг на друга и тем вызывают явление тяжести (например на Земле). Таким образом Декарт, первым стал рассматривать тяжесть не как врожденное, а как производное качество тел. Великий немецкий ученый, философ Иммануил Кант (1724-1804) создал первую универсальную концепцию эволюционирующей Вселенной, обогатив картину ее ровной структуры и представлял Вселенную бесконечной в особом смысле. Он обосновал возможности и значительную вероятность возникновения такой Вселенной исключительно под действием механических сил притяжения и отталкивания и попытался выяснить дальнейшую судьбу этой Вселенной на всех ее масштабных уровнях – начиная с планетной системных и кончая миром туманности.

Эйнштейн совершил радикальную научную революцию, введя свою теорию относительности. Это было сравнительно просто, как и всё гениальное. Ему не пришлось предварительно открыть новые явления, установить количественные закономерности. Он лишь дал принципиально новое объяснение. Эйнштейн раскрыл более глубокий смысл установленных зависимостей, эффектов уже связанных в некую физико-математическую систему (в виде постулатов Пуанкаре) . Заменив в данном случае теорию абсолютности пространства и времени идей их относительности “Пуанкаре”, которую теперь уже не связывали с идеей абсолютного в пространстве, абсолютной системы отсчета. Такой переворот снимал основное противоречие, создававшее кризисную ситуацию, в теоретическом осмыслении действия. Более того, открылся путь для дальнейшего проникновения в свойства и законы окружающего мира, настолько глубоко, что сам Эйнштейн не сразу осознал степень революционности своей идеи.

В статье от 30.06.1905 г., заложившей основы специальной теории относительности Эйнштейн, обобщая принципы относительности Галилея, провозгласил равноправие всех инерциальных систем отсчета не только в механических, но также электромагнитных явлений. Специальная или частная теория относительности Эйнштейна

явилась результатом обобщения механики Галилея и электродинамики Максвелла Лоренца. Она описывает законы всех физических процессов при скоростях движения близких к скорости света.

Впервые принципиально новые космологические следствия общей теории относительности раскрыл выдающийся советский математик и физик – теоретик Александр Фридман (1888-1925 гг.). Выступив в 1922-24 гг. он раскритиковал выводы Эйнштейна о том, что Вселенная конечна и имеет форму четырехмерного цилиндра. Эйнштейн сделал свой вывод исходя из предположения о стационарности Вселенной, но Фридман показал необоснованность его исходного постулата. Фридман привел две модели Вселенной. Вскоре эти модели нашли удивительно точное подтверждение в непосредственных наблюдениях движений далёких галактик в эффекте “красного смещения” в их спектрах. Этим Фридман доказал, что вещество во Вселенной не может находиться в покое. Своими выводами Фридман теоретически способствовал открытию необходимости глобальной эволюции Вселенной.

Существует несколько теории эволюции: Теория пульсирующей Вселенной утверждает, что наш мир произошел в результате гигантского взрыва. Но расширение вселенной не будет продолжаться вечно, т.к. его остановит гравитация. По этой теории наша Вселенная расширяется в течении 18 млрд. лет со времени взрыва. В будущем расширение полностью замедлится и произойдет остановка, а затем она начнёт сжиматься до тех пор пока вещество опять не сожмется и произойдет новый взрыв.

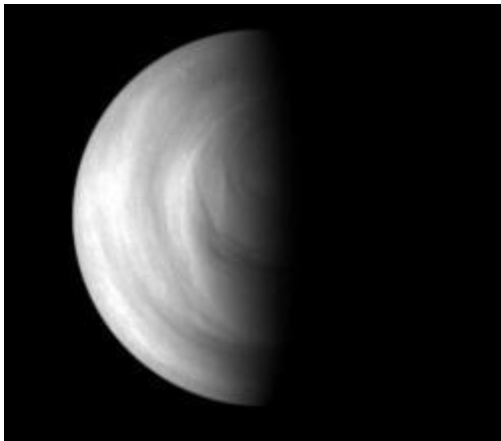
Теория стационарного взрыва: согласно ей Вселенная не имеет ни начала, ни конца. Она все время прибывает в одном и том же состоянии. Постоянно идет образование нового водоворота, чтобы возместить вещество удаляющимися галактиками. Вот по этой причине Вселенная всегда одинакова, но если Вселенная, начало которой положил взрыв будет расширяться до бесконечности, то она постепенно охладится и совсем угаснет. Но пока ни одна из этих теорий не доказана, т.к. на данный момент не существует ни каких точных доказательств хотя бы одной из них. Открытие многообразных процессов эволюции в различных системах и телах, составляющих Вселенную, позволило изучить закономерности космической эволюции на основе наблюдательных данных и теоретических расчетов.

В качестве одной из важнейших задач рассматривается определение возраста космических объектов и их систем. Поскольку в большинстве случаев трудно решить, что нужно считать и понимать под “моментом рождения” тела или системы, то устанавливая возраст характеристики имеют ввиду две оценки: 1. Время, в течении которого система уже находится в наблюдаемом состоянии. 2. Полное время жизни данной системы от момента её появления. Очевидно, что вторая характеристика может быть получена только на основе теоретических расчетов. Обычно первую из высказанных величин называют возрастом, а вторую – временем жизни. Факт взаимного удаления галактик, составляющих метagalaktiki свидетельствует о том, что некоторое время тому назад она находилась в качественно ином состоянии и была более плотной. Наиболее вероятное значение постоянной Хаббла (коэффициента пропорциональности, связывающего скорости удаления внегалактических объектов и расстояние до них составляющее 60 км/сек – мегапарсек), приводит к значению времени расширения метagalaktiki до современного состояния 17 млрд. лет.

Из всех вышеперечисленных и тех доказательств, которые не вошли в мой реферат из-за своей громоздкости и математически-физической сложности можно с уверенностью сделать вывод: Вселенная эволюционирует, бурные процессы происходили в прошлом, происходят сейчас и будут происходить в будущем. Проблема жизни в космосе – одна из наиболее увлекательных и популярных проблем в науке о Вселенной, которая с давних пор волнует не только ученых, но и всех людей. Еще Дж. Бруно и М. Ломоносов высказывали предположение о множественности обитаемых миров. Изучение

жизни во Вселенной – одна из сложнейших задач, с которой когда-либо встречалось человечество. Речь идет о явлении, с которым сталкивалось человечество. Речь идет о явлении, с которым людям по существу еще не приходилось непосредственно сталкиваться. Все данные о жизни вне Земли, носят чисто гипотетический характер. Поэтому глубоким исследованиям биологических закономерностей и космических явлений занимается научная дисциплина – “экзобиология”.

Так исследования внеземных, космических форм жизни помогло бы человеку, во-первых, понять сущность жизни, т.е. то, что отличает все живые организмы от неорганической природы, во-вторых, выяснить пути возникновения и развития жизни и, в-третьих, определить место и роль человека во Вселенной. Сейчас можно считать достаточно твердо установленным, что на нашей собственной планете жизнь возникла в отдаленном прошлом из неживой, неорганической материи при определенных внешних условиях. Из числа этих условий можно выделить три главных. Прежде всего, это присутствие воды, которая входит в состав живого вещества, живой клетки. Во-вторых, наличие газовой атмосферы, необходимой для газового обмена организма с внешней средой. Правда, можно представить себе и какую-либо иную среду. Третьим условием является наличием на поверхности данного небесного тела подходящего диапазона температур. Также необходима внешняя энергия для синтеза молекулы живого вещества из исходных органических молекул энергия космических лучей, или ультрафиолетовой радиации или энергия электронных разрядов. Внешняя энергия нужна и для последующей жизнедеятельности живых организмов. Условия необходимые для возникновения жизни,



в своё время сложилась естественным путём, в ходе эволюции Земли, нет таких оснований считать, что они не могут складываться и процессе развития других небесных тел. Было выдвинуто множество гипотез по этому поводу. Академик А. И. Опарин, считает, что жизнь должна была появиться тогда, когда поверхность нашей планеты представляла собой сплошной океан. В результате соединения  $C_2H_2$  и  $N_2$  возникли простейшие органические соединения. Затем в водах первичного океана молекулы этих соединений, объединились и укрепились, образуя сложный

раствор органических веществ на третьей стадии из этой среды выделились комплексы молекул, которые и дали начало первичным живым организмам. Академик Фесенков заметил, что своеобразными переносчиками если не самой жизни, то, по крайней мере, её исходных элементов могут быть кометы и метеориты. Однако, если не вступать в область близкую к фантастике, и оставаться на почве лишь достаточно твердо установленных научных фактов, то при поисках живых организмов на других небесных телах мы должны прежде всего исходить из того, что нам известно о земной жизни.



Что касается нашей солнечной системы, то различные ее планеты движутся на разных расстояниях от Солнца и получают неодинаковое количество солнечной энергии. В связи с этим. В солнечной системе может быть выделен своеобразный тепловой пояс жизни, в который входят Земля, Марс и Венера, а также Луна на первый взгляд

физические условия на Луне полностью не исключают возможность существования живых организмов: на Луне отсутствует атмосферная оболочка, нет воды, температура изменяется от  $-1500^{\circ}\text{C}$  до  $+1300^{\circ}\text{C}$ , поверхность Луны подвергается постоянной бомбардировке метеоритами, космическими лучами, ультрафиолетовой радиацией Солнца и т.п. И пока можно гадать о том, существует ли в природе высокоорганизованные формы жизни, способные развиваться при подобных условиях. Исключение могут составлять лишь микробы и бактерии, которые, как известно способны приспосабливаться к самым неблагоприятным условиям: нагревание и глубокое охлаждение; ультрафиолетовые и радиоактивные излучения: интенсивная радиация и т.д. В настоящее время ряд ученых считает, что на Луне имеются органические вещества. Они могли образоваться здесь на заре существования Луны или быть занесенными метеоритами. Высказываются предположения, что над слоем лунного грунта (10м) расположен целый мощный слой сложных органических соединений. Так же и Венера, если температура на её поверхности высока, то несмотря на наличие атмосферы, условия для жизни на этой планете малопригодны. Гораздо перспективнее в этом отношении Марс.

### Тест

1. Что указывает на расширение Вселенной?
  - А. Красное смещение в спектрах далёких галактик.
  - Б. Вращение галактик вокруг оси.
  - В. Чёрные дыры в ядрах галактик
  - Г. Наличие газа и пыли в спиральных галактиках
2. Где и когда образовалось основное количество гелия во Вселенной?
  - А. В звёздах
  - Б. В ядрах галактик
  - В. Он всегда существовал во Вселенной
  - Г. В первые секунды жизни Вселенной
3. Что указывает на высокую температуру вещества на начальных этапах эволюции Вселенной?
  - А. Реликтовое излучение
  - Б. Распределение Галактик в пространстве.
  - В. Высокая температура в звёздах.
  - Г. Ничто не указывает
4. Солнечная система образовалась около 4,5 млрд. лет назад. Чему тогда был равен возраст Вселенной?
  - А. 4,5 млрд. лет.
  - Б. 0
  - В. 8,5 млрд. лет
  - Г. 1 млрд. лет
5. Радиус Вселенной
  - А.  $1,24 \times 10^{26}$  м. Б.  $3 \times 10^{13}$  м В.  $13 \times 10^9$  м
6. Закон Хаббла
  - А.  $U = H \cdot r$  Б.  $U = V \cdot U = cz$  7
7. Задача Туманность Андромеды приближается к Млечному пути со скоростью 280 км/с, расстояние до неё около 2 млн. св. лет. Через сколько лет произойдёт столкновение между галактиками.

### Литература

1. Мякишева Г.Я., Быховцов Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. 10-11 класс (базовый и профильный уровни) М.: Просвещение, 2012 г
2. Яремкевич А.П. Физика. Задачник 10-11 класс. - М.: Дрофа, 2005 г.

### Интернет-ресурсы

1. <http://vschool.km.ru> - Виртуальный репетитор по физике.

2. <http://archive.1september.ru> - Газета “1 сентября”: материалы по физике. Подборка публикаций по преподаванию физики в школе. Архив с 1997 г.
3. <http://experiment.edu.ru> - Физика: коллекция опытов
4. <http://www.gomulina.orc.ru> - Физика и астрономия: виртуальный методический кабинет.