МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ТВЕРСКОЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Методическое пособие к выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине «ФИЗИКА»

Разработано для обучающихся 1 курса очной формы обучения
по специальности: - 15.02.08 «Технология машиностроения»
и других специальностей

Тверь 2021.

ОДОБРЕНО
ЦМК по специальности: 15.02.08;
15.02.07;
13.02.11
Протокол № от «N3 от 02.02» 2021 г
Председатель ЦМК _____
И. А. Федулина /_____/

Составитель: Камызин Н.М. - преподаватель ГБПОУ ТМК, высшая категория.

Рецензенты:

- преподаватель ГБПОУ ТМК Галичева Мария Константиновна
- заместитель директора ГБПОУ Тверской колледж им. П.А. Кайкова Спиридонова Елена Геннадьевна

Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине «ФИЗИКА».

Тверь: ГБПОУ ТМК, 2021. - 41 с.

Содержится описание лабораторных и практических работ, представлен краткий теоретический материал по разделам дисциплины «ФИЗИКА».

Работа соответствует положениям Федерального общеобразовательного стандарта и рабочей программы дисциплины «ФИЗИКА».

Методические указания к проведению лабораторных и практических работ содержат теоретические, практические сведения, и ссылки на нормативно-технические документы.

В работе изложены общие требования к содержанию, последовательности выполнения расчетов и анализа полученных результатов.

В работе предложены варианты задач для самостоятельного решения по темам лабораторным и практическим работам.

Издание предназначено для обучающихся колледжа очной формы по направлениям подготовки специальности 15.02.08 – Технология машиностроения.

Методические указания могут использоваться при проведении лабораторных работ обучающимися других технических специальностей и направлений по дисциплине «Техническая механика».

@ ГБП ОУ ТМК, 2019 г.
@ Н. М. Камызин, 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. «Определение перегрузок» ……... 4
Лабораторная работа № 2. «Определение положение центра тяжести» ……6
Лабораторная работа № 3. «Определение реакций стержней» …...……10
Лабораторная работа № 4. Определение относительной влажности воздуха…13
Лабораторная работа № 5. «Изучение закона Ома для участка цепи» ……..17
Лабораторная работа № 6. Работа и мощность электрического тока……..22
Лабораторная работа № 7. Энергия магнитного поля……...26
Лабораторная работа № 8 Изучение работы и устройства трансформатора…..30
Лабораторная работа № 9. Измерение фокусного расстояния линзы……33
Практическая работа № 10. Измерение радиационного фона……36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……..38
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ……..……..……..39
Приложение 1. Инструкции к лабораторным работам…….…….....40

Лабораторная работа № 1. «Определение перегрузок»

Цель работы: «Определение сил, действующих на точки механической системы при движении тела по окружности с постоянной по модулю скоростью».

Задача. Для подготовки космонавтов используется центрифуга, вращающаяся в горизонтальной плоскости (см. схему на рисунке 1).

Сколько оборотов , n об/мин, должна делать центрифуга радиусом R = 6м, чтобы получить космонавту десятикратную нагрузку?

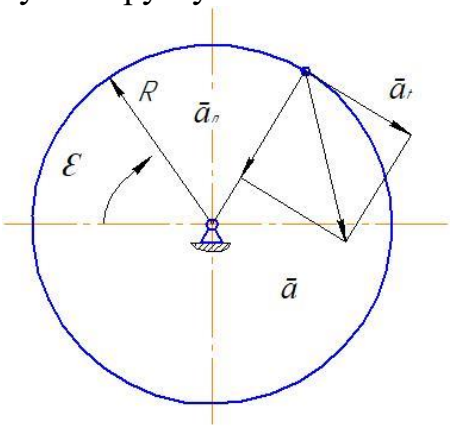


Рисунок 1 Схема действия сил

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:
   - рабочее место лаборатория технической механики;
   - комплект чертежных принадлежностей.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Общие определения при вращении материальной точки или тела вокруг оси.

Угловая скорость ω, рад/сек, тела при движении вычисляют по формуле

$$\omega = 2\cdot\pi\cdot n, \qquad (1)$$

где π – постоянная величина, π = 3,14

n – число оборотов в единицу времени, об/мин.

Угловое ускорение ε, рад/сек^2, определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t}, \qquad (2)$$

где t – время , сек.

При равномерном вращении:

- угловое ускорение ε = 0
- тангенциальное ускорение $\tilde{a}_t = 0$

Полное ускорение точки а, м/сек, , определяется по формуле

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \qquad (3)$$

1.2 Решение задачи

Рассчитываем центростремительное ускорение a_n, рад/сек, по формуле

$$a_n = \omega^2 \cdot R \qquad 4)$$

где R – радиус вращения точки, м.

Из уравнения 4, определяем значение угловой скорости ω движения точки по формуле

$$\omega = \sqrt{\frac{a_n}{R}}. \qquad (5)$$

Учитывая, что при равномерном вращении, нагрузка Q определяется значением центростремительного ускорения, а именно:

$$Q = a_n = \omega^2 \cdot R \qquad (6)$$

Увеличение нагрузки Q от значения ускорения свободного падения определяется по формуле

$$Q = g \cdot n_i = a_n \qquad (7),$$

где n_i – величина увеличения нагрузки, раз.

g – ускорение свободного падения, g = 9,81 м/сек .

Из уравнений 1,4,6,7 определяем значение n, об/мин, центрифуги по формуле

$$n = \frac{\omega \cdot 60}{2 \cdot \pi} = \frac{\sqrt{\frac{a_n}{R}} \cdot 60}{2 \cdot \pi},$$

где 60 – перевод секунд в минуты

$$n = \frac{\sqrt{\frac{a_n}{R}} \cdot 60}{2 \cdot \pi} = = \frac{\sqrt{\frac{9{,}81 \cdot 10}{6}} \cdot 60}{2 \cdot 3{,}14} = 38{,}63 \text{ об/мин}$$

Ответ: десятикратную нагрузку космонавт испытывает при частоте вращения центрифуги ≈ 39 об/мин.

4.3 Варианты задач для самостоятельного решения таблица 1:

Таблица 1. Данные для самостоятельного решения задачи

№ вар*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rм	5,2	7,9	5,0	6,2	4,1	4,7	3,6	7,5	4,4	8,3
n_i раз	13	10	17	11	15	14	16	8	12	9

Приложение к таблице 1. Для заданий с №11 до №20 = R м (№1...10 + 0,5 м)
Для заданий с №21 до №30 = R м (№1..10 + 0,6 м)
Для заданий с №11 до №20 = n_i раз (№1…10 – 1)
Для заданий с №21 до №30 = n_i раз (№1…10 + 1)

№ вар* - соответствуют номерам в классном журнале группы.

Пример определения данных варианта № 15.

№ вар*	15
Rм	4,1+0,5 = 4,6
n_i раз	15 – 1 = 14

Лабораторная работа № 2. «Определение положение центра тяжести».

Цель работы: «Определить положение центра тяжести составного сечения, изображенного на рисунке 2.

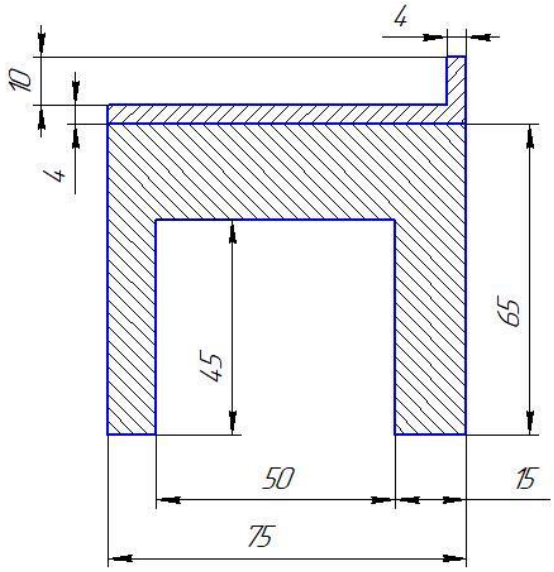


Рисунок 2. Фигура для определения центра тяжести

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:
   - рабочее место лаборатория физики;
   - комплект чертежных принадлежностей;
   - набор плотного картона.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Общие определения.

Центром тяжести тела называется условная точка, через которую проходит линия действия равнодействующей сил тяжести всех частиц тела при любом его повороте в пространстве. От положения центра тяжести тела зависит устойчивость его равновесия. Чем ниже центр тяжести тела (ближе к земле), тем устойчивее его равновесие.

1.2 Определение положения центра тяжести плоской фигуры.

Разделяют 4 класса плоских фигур:

Класс 1 – правильные фигуры (круг, правильный n-угольник). Фигура считается правильной, если любая линия, проведённая через её центр тяжести, будет осью симметрии. Центр тяжести правильной фигуры всегда расположен в её геометрическом центре. Для правильного многоугольника геометрическим центром является центр описанной окружности.

Класс 2 -фигуры, имеющие 2 оси симметрии (прямоугольник, двутавр). Центр тяжести таких фигур располагается в точке пересечения этих осей. В частном случае центр тяжести прямоугольника располагается в точке пересечения его диагоналей «С» рисунок 3.

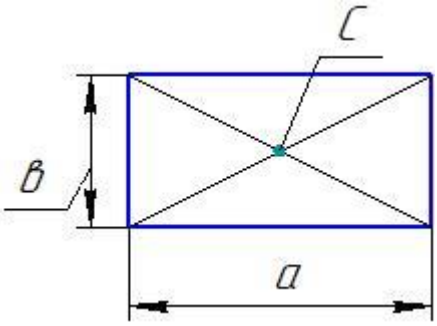


Рисунок 3. Положение центра тяжести прямоугольника.

Класс 3. - фигуры, имеющие одну ось симметрии (равнобедренный треугольник, круговой сектор рисунок 4).

Центр тяжести таких фигур расположен на этой оси и его конкретное место определяется при помощи правил и теорем геометрии.

Например, центр тяжести равнобедренного треугольника расположен в точке пересечения его медиан, а центр тяжести кругового сектора расположен на биссектрисе его угла и удалён от вершины на расстоянии $OC = \frac{2}{3} r \frac{Sin\alpha}{\alpha}$, где α – половина угла при вершине сектора, r – радиус сектора.

В частном случае для сектора с углом при вершине 180° (½ круга) расстояние ОС определяется по формуле: $OC = \frac{2}{3} r \frac{Sin\frac{\pi}{2}}{\frac{\pi}{2}} = 0{,}425 \cdot r$.

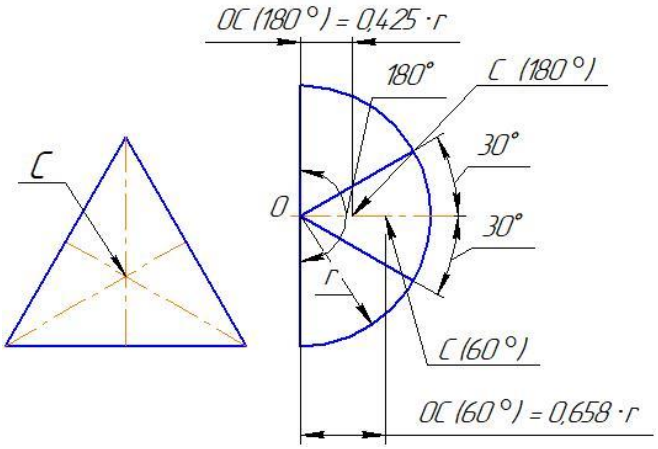


Рисунок 4. Положение центров тяжести равнобедренного треугольника и кругового сектора.

Класс 4 - фигуры, не имеющие осей симметрии. Они бывают простыми и сложными. Центры тяжести простых фигур определяются по правилам и теоремам геометрии.

Например, прямоугольный треугольник рисунок 5. Центр тяжести прямоугольного треугольника расположен в точке пересечения его медиан. Удобно также определять центр тяжести прямоугольного треугольника, разделив его катеты на три равные части и, отложив от прямого угла по одной трети, восстановить

перпендикуляры. В точке пересечения этих перпендикуляров и будет центр тяжести прямоугольного треугольника.

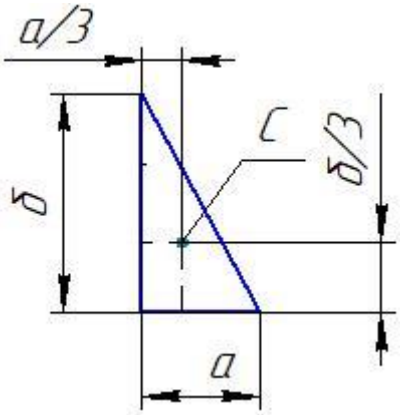


Рисунок 5. Положение центра тяжести прямоугольного треугольника.

1.3. Определение центра тяжести сложной плоской фигуры.

1.3.1 Общие положения и правила

Положение центра тяжести сложной плоской фигуры определяется координатным способом по следующему правилу:

- Сложная фигура разбивается на составные части, представляющие собой простые геометрические фигуры. При этом желательно, чтобы количество составных частей было минимальным.
- Определяются площади составных частей. При этом необходимо помнить, что площадь вырезанной фигуры считается отрицательной.
- Выбирается система координат, связанная с заданной фигурой, обозначаются на чертеже центры тяжести составных частей и определяются их координаты в выбранной системе координат.

1.3.2 Определение координат центра тяжести сложной плоской фигуры

Координаты центра тяжести *Xc* и *Yc* всей фигуры определяются по формулам

$$X_C = \frac{\Sigma(X_n \cdot A_n)}{\Sigma A_n} \qquad (1)$$

$$Y_C = \frac{\Sigma(Y_n \cdot A_n)}{\Sigma A_n} \qquad (2)$$

где X_n, Y_n - координаты центров тяжести составных частей ;

A_n - площади составных частей.

1.4 Порядок решения задачи по определению положения центра тяжести $C_Ф$ сложной плоской фигуры

1.4.1 Разбиваем данную фигуру на простые прямоугольники и назначаем систему координат «0-X и 0-Y» в соответствии с рисунком 6.

Цента тяжести простых фигур (прямоугольников), определяются согласно изображению на рисунке 3 и обозначаются последовательно: C_1, C_2 …….C_5.

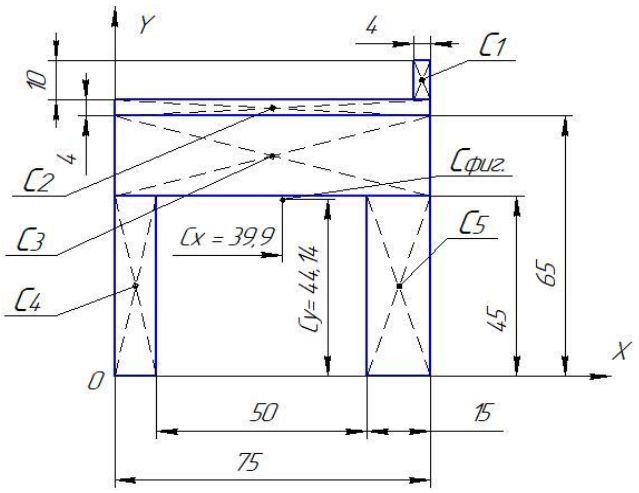


Рисунок 6 Координаты точек простых фигур.

В принятой системе координат X - «0» - Y определяем значение координат центров тяжести простых фигур. Результаты вычислений заносим в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты вычислений

№ фигуры	Площадь S мм^2	Координата по оси X мм	Координата по оси Y мм
1	4· 10 = 40	10+50+15-2 = 73	45+20+4+5 = 74
2	4· 75 = 300	(10+50+15)/2 = 37,5	45+20+4/2 = 67
3	75 · 20 = 1500	75/2 = 37,5	45+ 20/2 =55,0
4	10 · 45 = 450	10/2 = 5	45/2 = 22,5
5	15 · 45 = 675	(10+50+15/2) = 67,5	45/2 = 22,5

1.4.2 Применяя метод разбиения, определяем координаты центра тяжести (по осям X и Y) фигуры согласно формул (1) и (2)

$$Xф = \frac{\sum_{i=1}^{n} X \cdot S}{\sum_{i=1}^{n} S} = \frac{73 \cdot 40 + 37{,}5 \cdot 300 + 37{,}5 \cdot 1500 + 5 \cdot 450 + 67{,}5 \cdot 675}{40+300+1500+450+675} = \frac{118322}{2965} = 39{,}9 \text{ мм};$$

$$Yф = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y \cdot S}{\sum_{i=1}^{n} S} = \frac{74 \cdot 40 + 67 \cdot 300 + 37{,}5 \cdot 1500 + 22{,}5 \cdot 450 + 22{,}5 \cdot 675}{40+300+1500+450+675} = \frac{130872{,}5}{2965} = 44{,}14 \text{ мм}.$$

По полученным координатам Xф=39,9 мм и Yф=44,14 мм, на рисунке 6, центр тяжести сложной фигуры обозначен точкой $C_Ф$.

Варианты задач для самостоятельной работы:

- принимаются каждым обучающимся самостоятельно, выполняя рисунок плоской фигуры из прямоугольников, треугольников и секторов в масштабе 1:1. Примеры фигур выполнены на рисунке 7. Все необходимые размеры фигуры обозначить в мм.

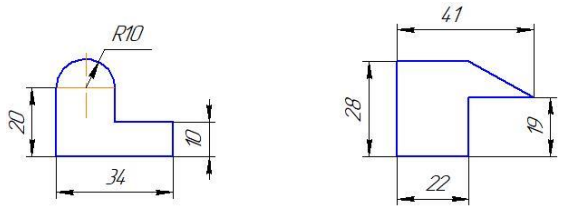


Рисунок 7. Примеры фигур

Порядок выполнения самостоятельной работы принимать согласно пункту 1.4.

Лабораторная работа № 3. «Определение действия сил»

Цель работы: «Определение реакций стержней R_1 и R_2, удерживающих грузы F_1 и F_2 » изображенных на рисунке 8.

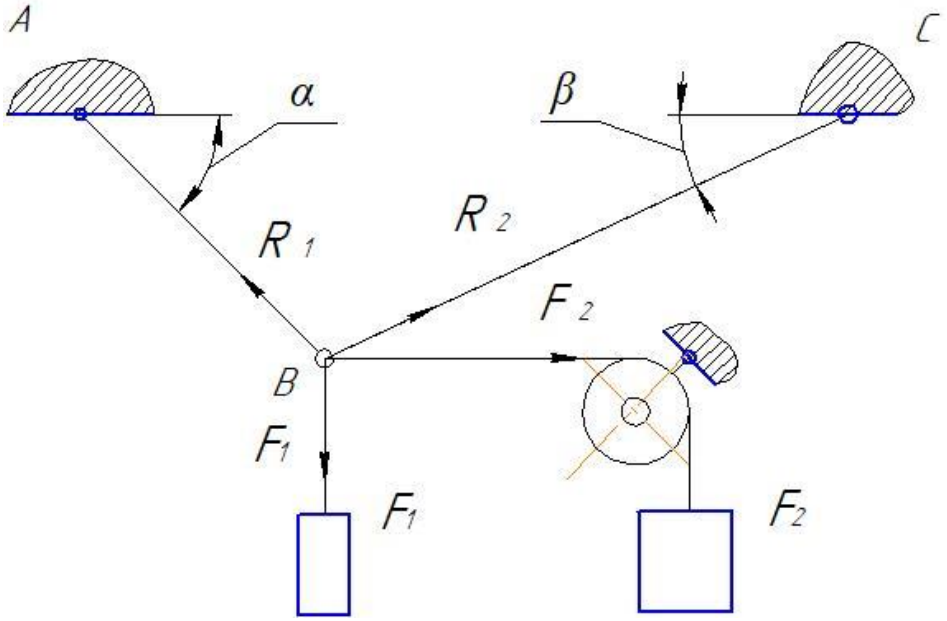


Рисунок 8. Схема установки грузов

Исходные данные: F_1 = 60 кН, F_2 = 40 кН, угол α =45º, угол β= 25º

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:
   - рабочее место лаборатория физики;
   - комплект динамометров;
   - набор плотного картона.
   -набор тарированных грузов;
   - связи и набор блоков.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Общие определения связей и их реакций.

Свободным телом называется такое тело, которое может осуществлять произвольные перемещения в пространстве в любом направлении.

Связями называются тела, ограничивающие движение данного тела в пространстве.

Свободным телом называется тело, перемещение которого в пространстве ограниченно другими телами (связями).

Реакцией связи (опоры) называется сила, с которой связь действует на данное тело.

Сила F – величина, являющаяся мерой механического взаимодействия тел и определяющей интенсивность и направление этого взаимодействия.

Единицей измерения силы в системе СИ является ньютон (1 Н).

Как и для любого вектора, для силы можно найти проекции силы на оси координат. Аксиома освобождения тела от связей. Не изменяя состояния тела, любое несвободное тело, можно рассматривать как свободное, если отбросить связи, а их действие заменить реакциями.

1.2 Решение задачи.

а). Изучить предложенную схему установки и расположение постоянных опор грузов F1 и F2, и блока;

б). Выбрать систему координат в плоскости X – Y (рисунок 9).

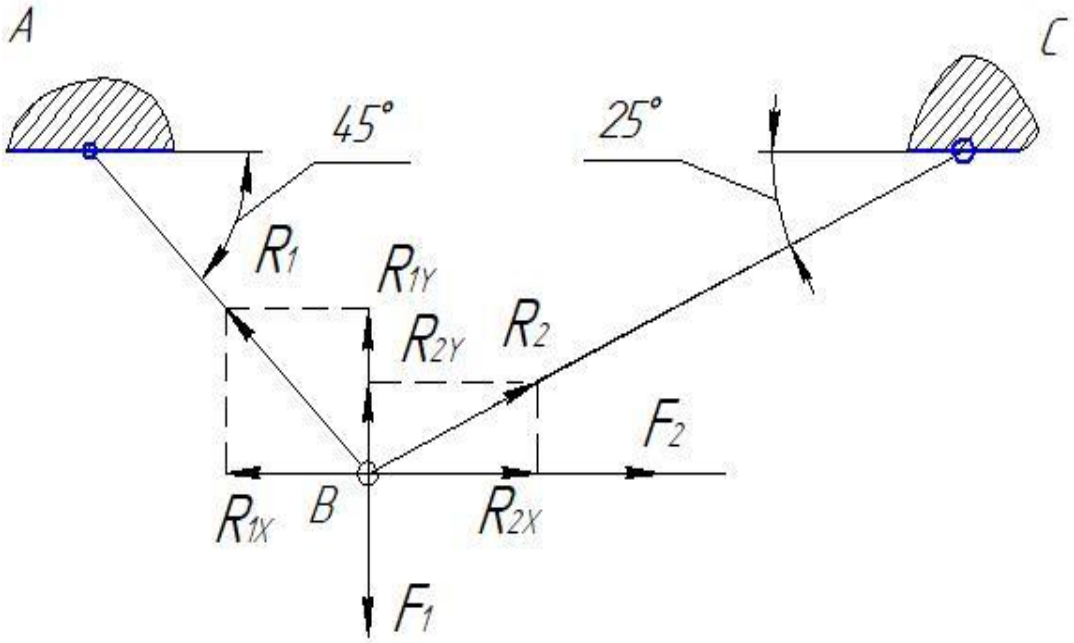


Рисунок 9. Схеме действия сил.

в). Составить уравнение равновесия:

$$\sum_{F_i} X = 0; \qquad \sum_{F_i} Y = 0$$

г) Определить проекции сил R_1 и R_2 на оси координат X и Y.

$R_{1X} = R_1 \cdot \cos 45^o$; (1)

$R_{2X} = R_2 \cdot \cos 25^o$. (2)

$R_{1Y} = R_1 \cdot \cos (90^o - 45^o) = R_1 \cdot \cos 45^o$; (3)

$R_{2Y} = R_2 \cdot \cos (90^o - 25^o) = R_1 \cdot \cos 65^o$. (4)

д). Составляем уравнения равновесия действующих сил на оси X и Y:

$$\sum X = -R_1 \cdot \cos 45° + R_2 \cdot cos25° + F_2 = 0 \qquad (5)$$

$$\sum Y = R_1 \cdot \cos 45° + R_2 \cdot \cos(90° - 25°) - F_1 = 0 \qquad (6)$$

Из уравнения (3) получаем: $R_1 = \frac{R_2 \cdot cos25° + F_2}{\cos 45°}$

Из уравнения (4) получаем: $R_1 = \frac{F_1 - R_2 \cdot \cos(90° - 25°)}{\cos 45°}$

Из двух уравнений при равенстве R_1 получаем уравнение:

$$\frac{R_2 \cdot cos25° + F_2}{\cos 45°} - \frac{F_1 - R_2 \cdot \cos(90° - 25°)}{\cos 45°} = 0.$$

После решения уравнения:

$$R_2 \cdot cos25° + R_2 \cdot \cos(90° - 25°) = F_1 - F_2;$$

Определяем R_2 : $R_2 = \frac{F_1 - F_2}{\cos 25° + \cos(90° - 25°)} = \frac{60-40}{0{,}9063+0.4226} = 15{,}05$кН

Определяем R_1 : $R_1 = \frac{15{,}05 \cdot cos25° + F_2}{\cos 45°} = \frac{15.05 \cdot 0{,}9063+40}{0{,}7071} = 75{,}86$кН.

Ответ: Реакции стержней R_1 = 75,86 кН ; R_2 = 15,05 кН

2. Определить самостоятельно реакции в стержнях изображенных на рисунке 8

Варианты задач для самостоятельной работы в таблице 3.

Таблица 3 Данные по вариантам

№№вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_1 кН	18	19	20	22	21	17	16	15	14	13
F_2 кН	120	100	105	140	150	145	160	148	138	126
Угол α°	30	40	50	35	45	55	60	32	34	30
Угол β°	50	45	40	45	20	30	44	55	50	45

Для заданий с №11 до №20 = F_1 кН (№1…10 + 5 кН)
Для заданий с №21 до №30 = F_1 кН (№1…10 - 8 кН)
Для заданий с №11 до №20 = F_2 кН (№1…10 + 6 кН)
Для заданий с №21 до №30 = F_2 кН (№1…10 – 4 кН)
Для заданий с №11 до №20 Угол α° - (№1…10 + 2°)
Для заданий с №21 до №30 Угол α° - (№1…10 - 2°)
Для заданий с №11 до №20 Угол β° - (№1…10 + 3°)
Для заданий с №21 до №30 Угол β° - (№1…10 - 3°)

Номер варианта, обучающегося, соответствует порядковому номеру в журнале группы.

Пример определения данных самостоятельного решения задачи для варианта №15 в таблице 4.

Таблица 4

№№вар.	15
F_1 кН	21 + 5 = 26
F_2 кН	150 + 6 = 156
Угол α°	45° + 2° = 47°
Угол β°	20° + 3° = 23°

При решении задачи самостоятельно повторить решения задачи пункт 1.2.

Лабораторная работа № 4. Определение относительной влажности воздуха.

Цель работы:

а) научиться пользоваться психрометром Августа и определять относительную влажность воздуха в классной комнате;

б) изучить устройство и правила пользования конденсационным гигрометром.

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень оборудования, приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:
   - рабочее место лаборатория физики;
   - психрометр Августа;
   - термометр;
   - конденсационный гигрометр, изображен на рисунке;
   - диэтиловый эфир;
   - таблицы.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Общие определения.

Теория: в атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью. Абсолютная влажность определяется плотностью водяного пара P_a, находящегося в атмосфере, или его парциальным давлением . Парциальным давлением $P_{\text{парц}}$ называется давление, которое производил бы водяной пар, если бы все другие газы в воздухе отсутствовали.

Понятие «Влажность воздуха» и «Точка росы».

Абсолютная влажность- это парциальное давление пара $P_{\text{парц}}$ в воздухе или плотность этого пара.

Относительная влажность φ - определяется по формуле:

$\varphi = \frac{P_{\text{парц.}}}{P_{\text{нас.пара}}} \cdot 100\% = \frac{P_{\text{пара в воздухе}}}{P_{\text{нас.пара}}} \cdot 100\%$ или

Отношение парциального давления пара (или плотности пара) к давлению (или плотности) насыщенного пара при данной температуре.

Точка росы – это температура, при которой находящийся в воздухе пар становится насыщенным.

Парциальное давление $P_{\text{парц}}$ можно рассчитать по уравнению Менделеева-Клапейрона или по точке росы. Относительную влажность воздуха можно определить с помощью специальных приборов.

1.2 *Опыт 1*. Работа с психрометром.

а). Ход выполнения работы:

- изучить устройство психрометра и принцип его действия.
- проверить наличие воды в резервуаре и при необходимости долить ее.
- снять показания сухого и смоченного термометров рисунок 10 и определить разность их показаний.
- пользуясь психрометрической таблицей рисунок 11, определить относительную влажность воздуха.

б). Определение относительной влажности воздуха при помощи психрометра Августа показано на рисунке 10.

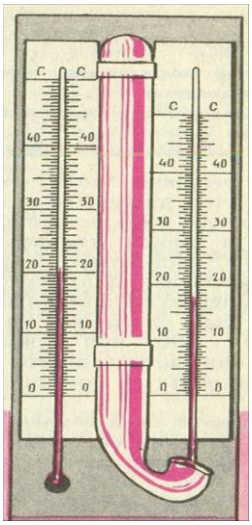


Рисунок 10

Психрометрическая таблица

$t_{сух.терм.}$	Разность показаний сухого и влажного термометров								
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

Рисунок 11

Примечание: правый термометр должен быть смочен влажной салфеткой.

в). Отсчитать по шкале сухого и смоченного термометров показания температуры t_c и $t_{см}$, найти разность t_c и $t_{см}$, результаты измерений занести в таблицу 5.

г). По разности показаний термометров и данным таблицы на рисунке 2 определить относительную влажность в классной комнате.

Таблица5. Результаты измерений (пример).

Показание термометров		Разность показаний термометров $\Delta t = t_c - t_{см}$	Относительная влажность воздуха φ, %
Сухого t_c	Смоченного $t_{см}$		
22	20	2	83
24	19	3	62
18	16	2	82

д). Сделать вывод, указав физический смысл измеренной величины.

1.3 *Опыт 2*. Изучение приемов работы с конденсационным гигрометром.

- Изучить устройство и принцип действия конденсационного гигрометра.
- Определить по термометру температуру окружающего воздуха.
- Определить точку росы - температуру, при которой появляются капельки росы на блестящей поверхности гигрометра (для этого наполнить гигрометр эфиром и продуть через него воздух при помощи груши).

Конденсационный гигрометр позволяет получить более точные данные, чем описанные выше механические приборы.

Конструкция такого устройства (рисунок 12), включает в себя охлаждаемую поверхность, на которой конденсируется влага. Встроенный термометр фиксирует температуру, при которой произошла конденсация, а узкий пучок света, направленный на упомянутую поверхность, позволяет точно зафиксировать момент образования конденсата.

На основании этих данных электроника рассчитывает относительную влажность и выводит ее на дисплей. Такой принцип действия позволяет свести погрешность к минимуму, выполняя измерения в пределах от 0 до 100%.

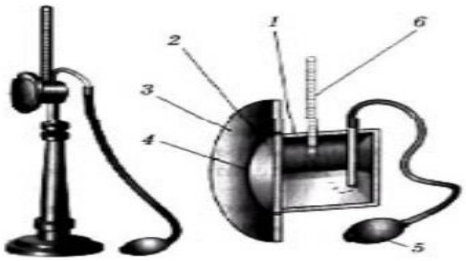


Рисунок 12

На рисунке обозначены:

1.Металлическая коробочка. 2. Полированная стенка. 3. Полированное кольцо.
4. Теплоизоляционная прокладка.5. Резиновая груша. 6. Термометр.

1.3.1 Последовательность выполнения опыта:

а). Налить эфир в коробочку.

б). Продуть грушей воздух для быстрого испарения.

в). Отметить температуру, при которой на полированной стенке коробки появится роса.

г). По таблице плотности насыщенного водяного пара определить абсолютную влажность пара.

д) По таблице 7, «Давление насыщенного водяного пара и его плотность при различных температурах» определить давление насыщенного пара $p_{н.п}$ при комнатной температуре и парциальное давление $p_п$ при температуре росы.

Чтобы найти относительную влажность, надо давление насыщенного пара при температуре точки росы разделить на давление насыщенного пара при температуре окружающего воздуха и умножить на 100%.

$p = \frac{\varphi \cdot p_{нас.}}{100}$; $m = p \cdot V$; $m = \frac{\varphi \cdot p_{нас.}}{100} \cdot V$

По формуле $\varphi = \frac{P_{парц.}}{P_{нас.пара}} \cdot 100\%$ вычислить относительную влажность.

Результаты расчетов занести в таблицу 6.

Таблица 6. Результаты расчетов относительной влажности.

Температура воздуха в комнате t°C	Точка росы t°pC	Давление насыщенного пара $p_{нас.\ пара}$ при данной температуре мм РТУТНОГО столба	Парциальное давление $P_{парц}$	Относительная влажность φ, %
20	14,5	16,48	13,2	80

Таблица 7 Давление насыщенного водяного пара и его плотность при различных температурах

t, ^{0}C	*p, Па*	*ρ*10^{-3}, кг/м^3*	*t, ^{0}C*	*p, Па*	*ρ*10^{-3}, кг/м^3*	*t, ^{0}C*	*p, Па*	*ρ*10^{-3}, кг/м^3*
- 5	401	3,24	6	933	7,30	17	1933	14,5
- 4	437	3,51	7	1000	7,80	18	2066	15,4
- 3	476	3,81	8	1066	8,30	19	2199	16,3
- 2	517	4,13	9	1146	8,80	20	2333	17,3
- 1	563	4,47	10	1226	9,40	21	2493	18,8
0	613	4,80	11	1306	10,0	22	2639	19,4
1	653	5,20	12	1399	10,7	23	2813	20,6
2	706	5,60	13	1492	11,4	24	2986	21,8
3	760	6,00	14	1599	12,1	25	3173	23,0
4	813	6,40	15	1706	12,8	26	3359	24,4
5	880	6,80	16	1813	13,6	27	3559	25,8

1.3.2 Сделать вывод, указав физический смысл измеренной величины.

2. Самостоятельное решение задачи

Условие решения задачи:

Относительная влажность воздуха в помещении φ%, температура t_1 °C. До какой температуры t_2 °C надо охладить металлический предмет, чтобы его поверхность запотела?

Данные для решения задачи по вариантам в таблице 8.

Таблица 8. Данные для самостоятельного решения задачи.

№№вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
φ%,	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78
t_1 °C	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26

Для заданий с №11 до №20 = φ% (№1…10 + 1)
Для заданий с №21 до №30 = t_1 °C (№1...10 + 1)
Для заданий с №11 до №20 = φ% (№1….10 - 1)
Для заданий с №21 до №30 = t_1 °C (№1…10 - 1)

Пример для №15

№№вар.	15
φ%,	68 + 1 = 69
t_1 °C	16 - 1 = 15

Номер варианта, обучающегося соответствует порядковому номеру в журнале группы.

При самостоятельном решении задачи повторить пункт .3 *Опыт 2*.

Лабораторная работа № 5. «Изучение закона Ома для участка цепи»

Цель работы: «Установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления».

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень оборудования, приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:

- рабочее место лаборатория технической механики;
- амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

4. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

4.1 Теоретическая часть.

Электрический ток - *упорядоченное движение заряженных частиц*

Количественной мерой электрического тока служит *сила тока I.*

Сила тока - скалярная физическая величина, равная ***отношению*** *заряда q*, переносимого через поперечное сечение проводника *за интервал времени t,* к этому интервалу времени*:* $\boldsymbol{I = \frac{g}{t}}$.

В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в ***амперах*** **[А]**. [1А=1Кл/1с]

Прибор для измерения силы тока называется амперметр. В электрическую цепь включается последовательно (рисунок 13).

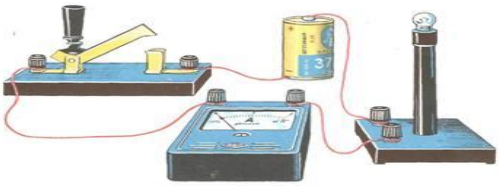


Рисунок 13

На схемах электрических цепей рисунок 14 амперметр обозначается (A).

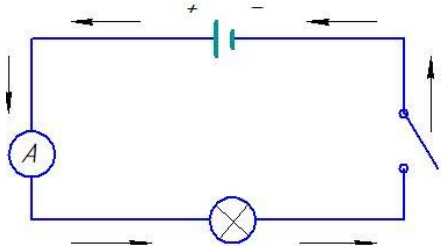


Рисунок 14. Обозначение амперметра на схеме

Напряжение – это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы и численно равно *работе* электрического поля по перемещению заряда из *точки с потенциалом* φ_1 в *точку с потенциалом* φ_2

$U_{1\text{-}2} = \varphi_1 - \varphi_2$ $\qquad U = \frac{A}{g}$

U – напряжение

A – работа тока

q – электрический заряд

Единица напряжения – Вольт [В] [1В=1Дж/1Кл]

Прибор для измерения напряжения электрического тока называется вольтметр (рисунок15). В электрическую цепь вольтметр подключается параллельно тому участку цепи, на котором измеряется разность потенциалов (рисунок 16).

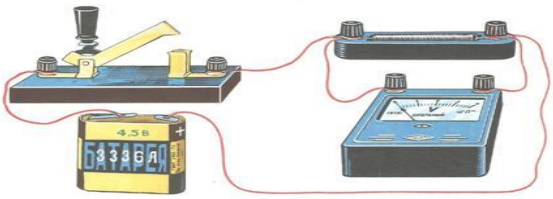


Рисунок 15

На схемах электрических цепей рисунок 16 вольтметр обозначается .

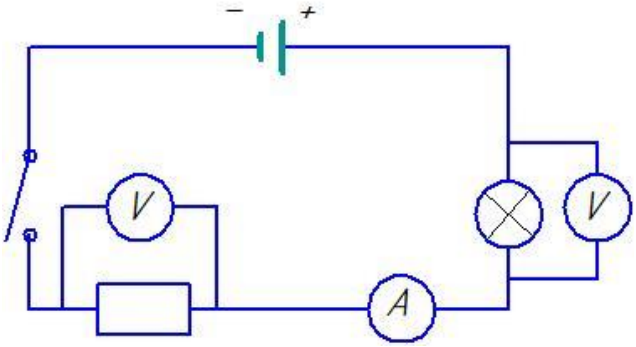


Рисунок 16. Обозначение вольтметра в электрической цепи

Величина, характеризующая противодействие электрическому току в проводнике, которое обусловлено внутренним строением проводника и хаотическим движением его частиц, называется *электрическим сопротивлением* проводника R.

В СИ единицей электрического сопротивления проводников служит ***ом*** [Ом].

Электрическое сопротивление проводника зависит от размеров и формы проводника и от материала, из которого изготовлен проводник.

Электрическое сопротивление R рассчитывается по формуле: $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$,

где : ρ – удельное сопротивление проводника Ом·м $(\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}})$;

l - длина проводника м (мм);

S - площадь поперечного сечения проводника м^2 (мм^2).

Удельное сопротивление некоторых материалов приведено в таблице 9.

Таблица 9. Удельное сопротивление

Серебро	0,016	Никелин (сплав)	0,40	Нихром (сплав)	1,1
Медь	0,017				
Золото	0,024	Манганин (сплав)	0,43	Фехраль (сплав)	1,3
Алюминий	0,028				
Вольфрам	0,055	Константан (сплав)	0,50	Графит	13
Железо	0,10			Фарфор	10^{19}
Свинец	0,21	Ртуть	0,98	Эбонит	10^{20}

Пример: Материал свинец, Pb: $\rho = 0{,}21\,\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$ – это значит, что сопротивление свинцового проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм^2 равно 0,21 Ом.

Графическая зависимость силы тока ***I*** от напряжения U - вольтамперная характеристика представлена на рисунке 17.

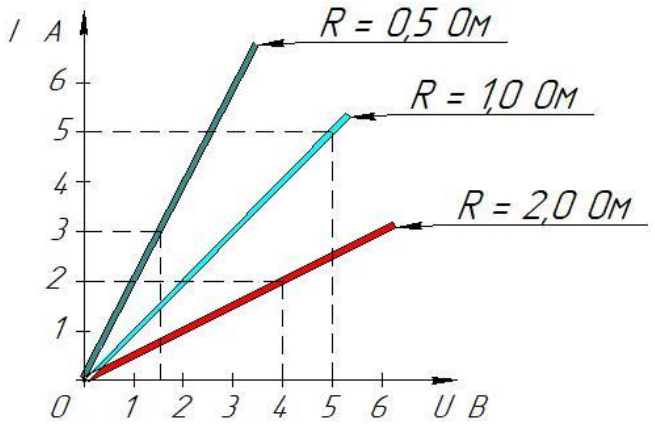


Рисунок 17. Вольтамперная характеристика

Закон Ома для однородного участка цепи: сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника $I = \frac{U}{R}$.

4.2 Последовательность выполнения работы

а) Для выполнения работы соберите электрическую цепь из источника тока, амперметра, реостата, проволочного резистора сопротивлением 2 Ом с помощью ключа. Параллельно проволочному резистору присоедините вольтметр (рисунок 18).

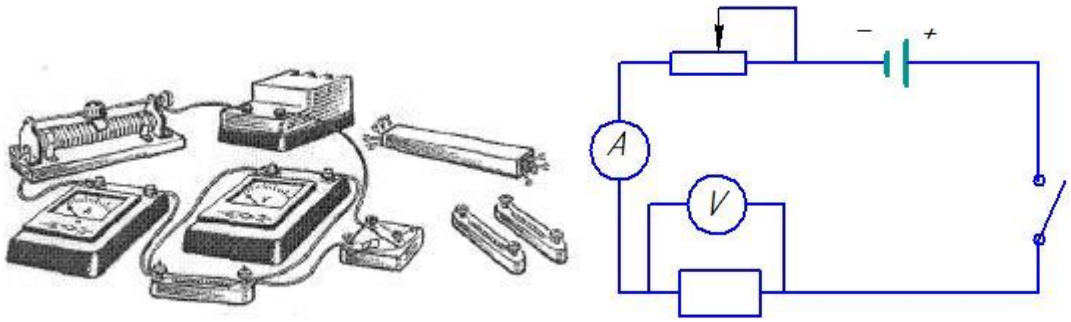


Рисунок 18

б) *Опыт 1.* Исследование *зависимости силы тока* от *напряжения* на данном участке цепи.

Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В, при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в таблицу 10.

Таблица 10. Сопротивление участка 2 Ом

Напряжение, В	1,0	2,0	3,0
Сила тока, А	2,0	1,0	1,5

в) *Опыт 2*. Исследование *зависимости силы тока* от *сопротивления участка цепи* при постоянном напряжении на его концах.

Включите в цепь по той же схеме резисторы: R_1 = 1 Ом, R_2 =2 Ом и R_3 = 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например: 6 В. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте в таблице 11.

Таблица 11. Постоянное напряжение на участке 6 В

Сопротивление участка, Ом	1,0	2,0	4,0
Сила тока, А	6,0	3,0	1,5

г) По данным опытов постройте *график* зависимости *силы тока* от *сопротивления.*

4.3 Сделайте вывод о зависимости силы тока от напряжения и сопротивления.

5 Самостоятельное решение задачи:

Условие задачи:

На лабораторном реостате на стержне диаметром D, намотана проволока диаметром d и длиной L. Удельное сопротивление материала проволоки ρ, $\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$. На реостате имеются две клеммы (вход - начало сопротивления и выход - конец сопротивления). По намотанному на барабане проволочному сопротивлению перемещается ползунок, имеющий клемму. Прибор для измерения сопротивления R (омметр) подключается на клемму ползунка и выходную клемму реостата.

Определить расстояние l_X, на которое необходимо установить ползун реостата, что бы прибор указывал сопротивление R. Схема для решения задачи изображена на рисунке 19.

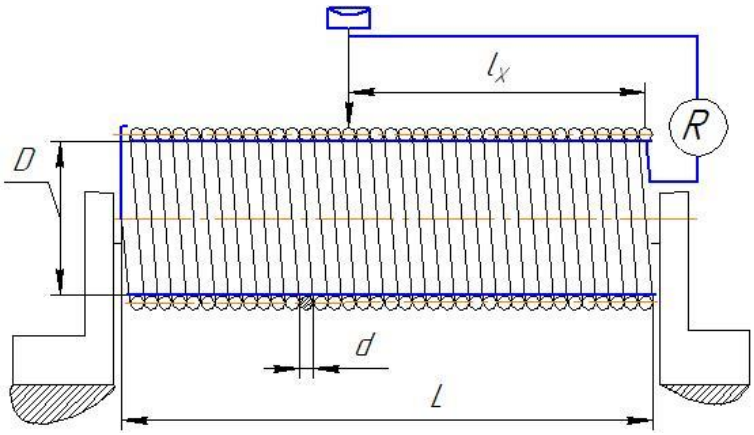


Рисунок 19. Схема для решения задачи

Данные по вариантам представлены в таблице 12.

Таблица 12. Данные к решению задачи

Размер	*Вариант*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
L	мм	190	180	170	160	150	200	210	220	230	240
D	мм	25	24	23	22	20	26	27	28	29	30
d	мм	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,65	1,55	1,45	1,35
ρ	$\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$	0,016	0,017	0,024	0,028	0,1	0,21	0,4	0,43	0,5	1,1
R	Ом	500	480	460	420	400	550	750	950	1150	1350

Размер	*Вариант*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*
L	мм	190	180	170	160	150	200	210	220	230	240
D	мм	25	24	23	22	20	26	27	28	29	30
d	мм	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65
ρ	$\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$	0,016	0,017	0,024	0,028	0,1	0,21	0,4	0,43	0,5	1,1
R	Ом	420	400	550	750	950	1150	1350	1450	1500	1550

Размер	*Вариант*	*21*	*22*	*23*	*24*	*25*	*26*	*27*	*28*	*29*	*30*
L	мм	190	180	170	160	150	200	210	220	230	240
D	мм	25	24	23	22	20	26	27	28	29	30
d	мм	0,35	0,4	0,45	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65	1,7	1,75
ρ	$\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$	0,016	0,017	0,024	0,028	0,1	0,21	0,4	0,43	0,5	1,1
R	Ом	750	950	1150	1350	1450	1500	1550	1600	1650	1700

Контрольные вопросы.

1. Что такое электрический ток?
2. Дайте определение силы тока. Как обозначается? По какой формуле находится?
3. Какова единица измерения силы тока?
4. Каким прибором измеряется сила тока? Как он включается в электрическую цепь?
5. Дайте определение напряжения. Как обозначается? По какой формуле находится?
6. Какова единица измерения напряжения?
7. Каким прибором измеряется напряжение? Как он включается в электрическую цепь?
8. Дайте определение сопротивления. Как обозначается? По какой формуле находится?

Лабораторная работа № 6. «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока».

Цель работы: «Научиться измерять ЭДС (Е) источника тока и косвенными измерениями определять его внутреннее сопротивление. Проверить основные закономерности последовательного и параллельного соединений проводников (резисторов), а также справедливость формул для определения эквивалентного сопротивления».

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень оборудования, приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:
   - рабочее место лаборатория физики;
   - аккумулятор или батарейка для карманного фонаря, вольтметр, амперметр, реостат, ключ, соединительные провода.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Теоретическая часть.

а) *При последовательном соединении* проводников R_1 и R_2 *сила тока*, идущего по ним, одинакова: $I = I_1 = I_2$, а *напряжение* на концах этого участка цепи равно сумме падений напряжения на каждом из проводников: $U = U_1 + U_2$.

При любом числе последовательно соединённых проводников полное сопротивление участка цепи: $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$.

б) *При параллельном соединении* проводников *напряжение* на их концах одинаково: $U = U_1 = U_2$.

Сила тока I в цепи равна сумме токов, идущих по параллельно соединённым проводникам: $I = I_1 + I_2$

При любом числе параллельно соединённых проводников эквивалентное (полное) сопротивление этого участка цепи определяется формулой:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots .$$

1.2. Практическая часть

1.2.1 Определение ЭДС при разомкнутом ключе.

а). Соберите электрическую цепь согласно следующей схемы (рисунок 20).

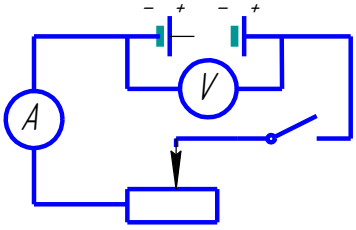


Рисунок 20

б). Проверьте правильность соединения проводников.

в). Проверьте работу цепи при разомкнутом и замкнутом выключателе.

г). Обдумайте, каким образом в данной цепи с помощью вольтметра можно измерить ЭДС источника тока, и приведите цепь в соответствующее состояние.

д). В магазине сопротивлений включим резистор сопротивлением 2 Ом.

е). Замкнем ключ и снимем показания, амперметра I_1 (А).

ж). Включим резистор в магазине сопротивлений по 5 Ом.

з). Замкнем ключ, снимем показания амперметра I_2 (А).

и). Результаты измерений занесем в таблицу 1.

к). Найдем значение ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

л). При разомкнутом ключе измеряем напряжение U на клеммах источника.

При разомкнутом ключе *ЭДС* источника тока *равна напряжению* на *внешней цепи*. Так как сопротивление источника тока обычно мало, то $R_в > r_{вн}$. При этом отличие *E* от *U* не превышает десятых долей процента, поэтому погрешность измерений *ЭДС* равна погрешности измерения напряжения.

1.2.2 Определение ЭДС при замкнутом ключе.

Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенно, сняв показания силы тока проводника амперметра $I_{пр}$ и напряжения вольтметра $U_{пр}$ при замкнутом ключе.

По закону Ома для цепи $E = U + I \cdot r_{пр}$. Отсюда: $r_{пр.} = \frac{Eпр - Uпр}{Iпр}$ Ом

Максимальные погрешности измерений внутреннего сопротивления источника тока определяется по следующим формулам:

ΔE (дельта E) определяется по формуле: $\Delta E = \pm \frac{(дельта\ U)\Delta U}{Eпр - Uпр}$.

(Дельта r) $\Delta r = r_{пр} \cdot Er$.

$r_1 = \frac{2 \cdot 1{,}2 - 5 \cdot 0{,}6}{0{,}6 - 1{,}2} = 1{,}0$ (Ом)

$\varepsilon_1 = 2 \cdot 1{,}2 + 1{,}2 \cdot 1 = 2{,}4 + 1{,}2 = 3{,}6$ (В

$\varepsilon_2 = 5 \cdot 0{,}6 + 0{,}6 \cdot 1 = 3 + 0{,}6 = 3{,}6$ (В)

Результаты записываются в таблицу 13.

Таблица 13 Результаты измерений

№ п/п	Сила тока, А	Сопротивление внешней цепи, Ом	Внутреннее сопротивление, Ом	ЭДС $_1$ источника, В	ЭДС $_2$ источника, В	Напряжение на клеммах источника, В
1	1,2	2	1,0	3,6	3,6	3,6
2	0,6	5	1,0	3,6	3,6	3,6

Приведите цепь в состояние для измерения внутреннего сопротивления $r_{пр.}$

Выберите положение движка реостата для получения наибольшей точности измерения внутреннего сопротивления.

показания амперметра $I_{пр}$.

показания вольтметра $U_{пр}$.

Введите в таблицу значения:

Результаты измерения ЭДС источника тока $E_{пр}$ с вольтметра в таблицу 14.

Таблица 14. Результатов измерений

№ опыта	Измерено			Вычислено											
	$U_{пр}$ В	$I_{пр}$ А	$E_{пр}$В	$\Delta_и U$ В	$\Delta_о U$ В	ΔU В	ε_U %	ε_E %	$r_{пр}$ Ом	$\Delta_и I$ А	$\Delta_о I$ А	ΔI А	ε_I %	ε_r %	Δr Ом
Измерение E	0,05	2	1	0,1	0,05	0,15	0,03	0,005	0,475	0,1	0,05	0,15	0,007	2,33	1,1
Измерение r	0,05	2	1	0,1	0,05	0,15	0,03	0,005	0,475	0,1	0,05	0,15	0,007	2,33	1,1

Расчет погрешностей измерения

ΔиU - абсолютная инструментальная погрешность вольтметра, ΔиU = 0,1

ΔоU - абсолютная погрешность отсчета напряжения, ΔоU = 0,05

ΔU - максимальная абсолютная погрешность измерения напряжения,

ΔU = ΔиU+ ΔиU=0,1+0,05=0,15

ΔиI - абсолютная инструментальная погрешность амперметра, ΔиI = 0,1

ΔоI - абсолютная погрешность отсчета силы тока, ΔоI = 0,05

ΔI - максимальная абсолютная погрешность измерения силы тока.

ΔI = ΔиI + ΔоI = 0,1+0,05 = 0,15

Вычислите $r_{пр}$. Формула для определения внутреннего сопротивления источника тока имеет вид:

$$r_{пр} = \frac{E_{пр} - U_{пр}}{I_{пр}} = \frac{1-0,05}{2} = 0,475$$

Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

$$\varepsilon_U = \frac{\Delta U}{U_{пр}} = \frac{0,15}{0,05 \cdot 100} = 0,03$$

$$\varepsilon_E = \frac{\Delta E}{E_{пр}} = \frac{1}{2 \cdot 100} = 0,005$$

$$\varepsilon_E = \frac{\Delta I}{I_{пр}} = \frac{0,15}{2 \cdot 100} = 0,0075$$

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta E + \Delta U}{E_{пр} - U_{пр}} + \frac{\Delta I}{I_{пр}} = \frac{2+0,15}{1-0,05} + \frac{0,15}{2} = 2,335$$

$$\Delta_r = r_{пр} \cdot \varepsilon_r = 0,475 \cdot 2,335 = 1,1$$

2. Вывод:

Напряжение U на клеммах источника при разомкнутом ключе равна ЭДС источника тока. Экспериментально получили результаты измерений ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, приобрели навыки обработки погрешностей результатов измерений.

3. Задача для самостоятельного решения

При подключении к батарее гальванических элементов сопротивления R_1 Ом, сила тока в цепи составила I_1 А рисунок 21 а.

При подключении к батарее гальванических элементов сопротивления R_2 Ом, сила тока в цепи составила I_2 А рисунок 21 б.

Определить ЭДС Е батареи и внутреннее сопротивление r. источника тока.

Схема подключения выполнена на рисунке 21

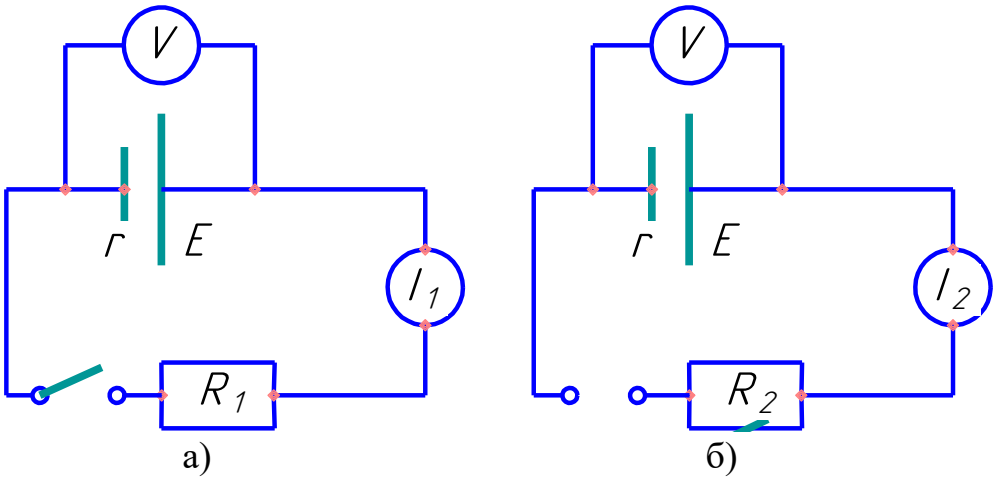


Рисунок 21

Данные по вариантам в таблице 15.

Таблица 15. Данные для самостоятельного решения задачи.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R_1 Ом	14	15	16	18	20	22	24	26	27	28
R_2 Ом	8	10	11	12	14	16	18	19	21	22
I_1 А	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
I_2 А	1,6	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,8

Для вариантов 11 до 20 к данным в таблице прибавить числа: $R_1 + 1{,}0$; $R_2 + 0{,}5$
Для вариантов 21 до 30 к данным в таблице прибавить числа: $R_1 + 1{,}5$; $R_2 + 1{,}0$
Для вариантов 11 до 20 к данным в таблице прибавить числа: $I_1 + 1{,}0$; $I_2 + 0{,}4$
Для вариантов 21 до 30 к данным в таблице прибавить числа: $I_1 + 1{,}0$; $I_2 + 0{,}4$

Пример задания для варианта 15 :

Вариант	15
R_1 Ом	20 + 1,0 = 21
R_2 Ом	14 + 0,5 = 14,5
I_1 А	1,5 + 1,0 = 2,5
I_2 А	1,8 + 0,4 = 2,2

Контрольные вопросы

1. Что такое ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока
2. Какая единица измерения напряжения?
3. Дайте определение сопротивления. Как обозначается? По какой формуле находится?
4. Какая единица измерения сопротивления?

Лабораторная работа № 7 Энергия магнитного поля

Цель лабораторной работы: «Изучение явления электромагнитной индукции и проверка правила Ленца (правило буравчика)».

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень оборудования, приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:

- рабочее место лаборатория физики;

-соединительные провода, миллиамперметр, реостат, источник питания, ключ, полосовой или дугообразный магнит, магнитная стрелка или компас, катушки с сердечниками.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Теоретическая часть.

Магнитный поток через плоскую поверхность — это скалярная физическая величина, численно равная *произведению модуля магнитной индукции* на *площадь поверхности, ограниченной контуром*, и на косинус угла между нормалью к поверхности и магнитной индукцией.

17 октября 1831 года английский ученый Майкл Фарадей открыл явление электромагнитной индукции.

Явлением электромагнитной индукции называется *явление возникновения тока* в замкнутом контуре *при изменении магнитного потока*, пронизывающего этот контур. Полученный таким способом ток, называется индукционным.

Закон электромагнитной индукции: *среднее значение электродвижущей силы* (ЭДС) индукции в проводящем контуре *пропорционально скорости изменения магнитного потока* через поверхность, ограниченную контуром (рисунок 22).

1.2. Подготовка к выполнению практической работы.

Рисунок 22.

а). Вставьте в одну из катушек железный сердечник и закрепите его.

б). Далее подключите эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания.

б). Рядом с катушкой расположите магнитную стрелку или компас.

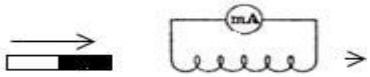
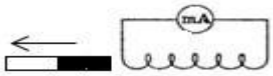
б). Замкнув ключ, определите расположение магнитных полюсов катушки с током при помощи магнитной стрелки.

б). Зафиксируйте, в какую сторону при этом отклониться стрелка миллиамперметра. Это поможет в дальнейшем судить о расположении магнитных полюсов катушки с током по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.

При выполнении опыта составить таблицу (см таблицу 16) для занесения показаний приборов.

1.2.1. Опыт 1. Использование одной катушки

Таблица 16. Ход выполнения работы.

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Показания милли-амперметра, мА	Направление отклонения стрелки (вправо, влево или не отклоняется)	Направление индукционного тока (по правилу Ленца)
1	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом	0,4	Вправо	
2	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1	0	нет	
3	Быстро вытащить магнит из катушки	0,4	Влево	
4	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1	0	нет	
5	Медленно вставить в катушку магнит северным полюсом	0,15	Вправо	
6	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1	0	нет	
7	Медленно вытащить магнит из катушки	0,15	Влево	
8	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1	0	нет	

Все данные, которые будут получены в процессе исследования, по выполнению действий с магнитом и катушкой заносятся в таблицу 1.

Выполнить следующие действия:

1. Приставив сердечник к одному из полюсов магнита (например к северному), быстро поместите его внутрь катушки, одновременно наблюдая за стрелкой миллиамперметра. По правилу Ленца определите направление индукционного тока внутри катушки.

2. Оставив магнит неподвижным, после первого опыта, пронаблюдайте опять за стрелкой миллиамперметра.

3. Быстро вытащите сердечник из катушки, не забывая наблюдать за стрелкой миллиамперметра (модуль скорости выдвижения магнита должен быть примерно таким же, как и в первом опыте). Опять, по правилу Ленца, определите направление индукционного тока внутри катушки в этом случае.

4. Посмотрите, как ведет себя стрелка миллиамперметра после проделанного опыта.

5-8. Повторите наблюдения, изменив полюс магнита с северного на южный.

Запишите вывод по работе на основе проведённых наблюдений. Объясните различие в направлении индукционного тока с точки зрения правила Ленца:

$(\xi_i) = -\frac{\Delta_\Phi}{\Delta_t}$.

Знак минус в математической записи закона учитывает *правило Ленца*, согласно которому электромагнитная индукция создает в контуре индукционный ток такого направления, что созданное им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего этот ток.

1.2.2 Опыт 2. Использование двух катушек.

Расположите вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали, и поместите их на один общий сердечник (рисунок 23).

Замыкая и размыкая ключ, проверьте возникает ли в первой катушке индукционный ток.

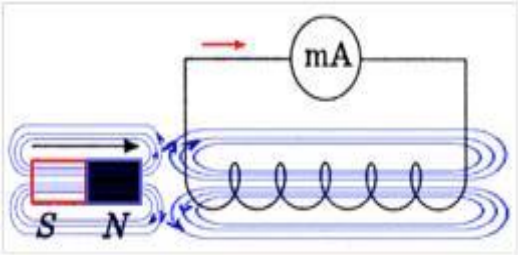
Рисунок 23.

После проделанной работы, отключите от цепи реостат и ключ, а миллиамперметр замкните на катушку, при этом сохранив порядок соединения их клемм.

1.3. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнения правила Ленца.

Также проверьте, возникает ли индукционный ток при изменении силы тока реостатом.

В конце работы, подведите ее итог, сделав общий вывод, не забыв отразить в нем условия, при которых в катушке возникал индукционный ток.



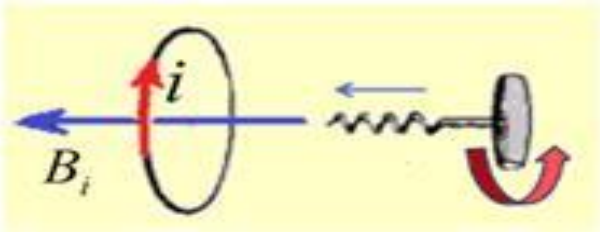


Рисунок 24.

В каждом, из проведённых в этой работе, опыте направление индукционного тока определяется правилом Ленца. Порядок определения направления индукционного тока показан на рисунке 24.

2. Кратко записать общий вывод по работе на основе проведённых наблюдений.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2. Какой ток называют индукционным?
3. Сформулируйте закон электромагнитной индукции. Какой формулой он описывается?
4. Как формулируется правило Ленца?
5. Какова связь правила Ленца с законом сохранения энергии?

Лабораторная работа № 8 Изучение устройства и принципа работы трансформатора

Цель лабораторной работы: «Изучить устройство и принцип работы трансформатора на разных режимах работы».

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень оборудования, приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:
   - рабочее место лаборатория физики;
   - трансформатор лабораторный, ампервольтметр АВО-63, ключ замыкания тока, комплект проводов соединительных.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Теоретическая часть.

Трансформатор - это устройство, которое осуществляет повышение и понижение напряжения переменного тока при неизменной частоте. Действие трансформатора основано на свойствах электромагнитной индукции. Он состоит из замкнутого сердечника, изготовленного из специальной листовой трансформаторной стали, на котором располагаются две катушки (их называют обмотками) с разным числом витков из медной проволоки.

Одна из обмоток, называется первичной, подключается к источнику переменного напряжения. К вторичной обмотке подключаются устройства, потребляющие электроэнергию, их может быть несколько.

При выполнении работы следует изучить устройство трансформатора, включить его в сеть переменного тока (36 В). В режиме холостого хода измерить напряжение на обмотках и вычислить коэффициент трансформации, а при работе трансформатора «под нагрузкой» установить связь между токами и напряжением в обмотках.

Для выполнения работы применяются лабораторный разборный трансформатор (рисунок 25), рассчитанный на включение в сеть переменного напряжения 36В и частотой 50 Гц.

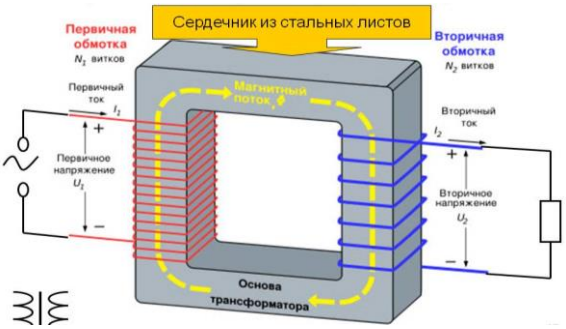


Рисунок 25

Трансформатор состоит из двух катушек и сердечника. Сердечник состоит из

двух половин, которые вставляют в катушку и с помощью скобы закрепляют на основании. Основные зависимости при использовании трансформатора:

$$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} \qquad \eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% \qquad P = UI \qquad k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2 + IR}$$

1.2 Порядок выполнения работы

1.2.1 Задание № 1: изучите устройство трансформатора.

а). Рассмотрите устройство трансформатора. Определите первичную обметку (клеммы с надписью: 36 или 42 В) и две вторичных клеммы 2,2 В и 4,4 В)

б). Начертите наглядную электрическую схему трансформатора (рисунок 26).

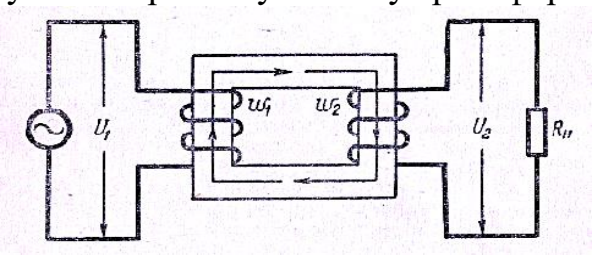


Рисунок 26

в). Разберите трансформатор. Для этого поверните его основанием вверх и открутите две гайки крапления скобы. Выньте сердечник и рассмотрите его устройство.

г). Соберите трансформатор. Для этого вставьте сердечник со скобой в катушки. Установите трансформатор на основание и закрепите гайками.

1.2.2 Задание № 2: измерить и рассчитать коэффициент полезного действия трансформатора (КПД)

Результаты измерений и вычислений представлены в таблицах 17, 18, 19.

Таблица 17. Отношение напряжений на первичной и вторичной обмотках

U блока питания, В	U_1, В	U_2, В	$K = U_1/U_2$
6	6	3,5	1,7
8	8	5	1,6
10	10	6	1,6

К таблице 1: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{6}{3,5} = 1,70$. $K_{тр} = 1,7$; трансформатор с повышающим $K_{тр} > 1$.

Таблица 18 Определение мощности тока

U блока питания, В	U_1, В	I_1, А	U_2, В	I_2, А	$P_{раб.}$, Вт
6	6	0,5	3	0,57	1,71
8	8	0,66	4,5	0,75	3,38
10	10	0,8	5,5	0,97	5,34

К таблице 2: $P = I_2 \cdot U_2 = 3 \cdot 0,57 = 1,71$ Вт . $P_{раб.} = 1,71$ Вт

Таблица 19. Определение КПД трансформатора

Uблока питания, В	U_1, В	I_1, А	U_2, В	I_2, А	КПД, %
6	6	0,36	3,5	0,32	52
8	8	0,46	5	0,44	60
10	10	0,56	6	0,55	59

$$КПД = \frac{I_2 \cdot U_2}{I_1 \cdot U_1} \cdot 100\% = \frac{0{,}32 \cdot 3{,}5}{0{,}36 \cdot 6{,}0} \cdot 100\% = 52\%$$

1.3 Примеры вычислений.

Вычислите относительную погрешность измерений по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta K}{K_1} = \frac{\Delta U_1}{U_1} + \frac{\Delta U_2}{U_2}$$

где ΔU_1 и ΔU_2 —абсолютные погрешности измерений напряжений

2. Вывод.

В ходе данной лабораторной работы исследовано явление электромагнитной индукции и магнитного потока при помощи трансформатора:

- определен коэффициент трансформации, $К_{тр}$ = 1,7;
- передаваемая мощность, $Р_{раб.}$ = 1,71 Вт;
- коэффициент полезного действия, КПД = 52 %.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. На каком физическом явлении основана работа трансформатора?
2. Какой ток можно подавать на обмотку трансформатора?
3. Какие проблемы возникают при передаче электрической энергии?
4. Для чего около электростанций устанавливают повышающий напряжение трансформатор?

3. Задача для самостоятельного решения.

Исходные данные: Напряжение на первичной обмотке понижающего трансформатора U_1= В, мощность Р= Вт. Определите силу тока I_2 = ?А во вторичной обмотке, если отношения числа витков обмоток $\frac{n_1}{n_2}$ равно k.

Потерями энергии можно пренебречь.

Данные для самостоятельного решения задачи представлены в таблице 20.

Таблица 20. Данные для самостоятельного решения задачи.

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_1 В.	14	15	16	18	20	22	24	26	27	28
Р Вт	8	10	11	12	14	16	18	19	21	22
k	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0

Для вариантов 11 до 20 к данным в таблице прибавить числа: U_1 + 1,0; Р + 0,5
Для вариантов 21 до 30 к данным в таблице прибавить числа: U_1 + 1,5; Р + 1,0
Для вариантов 11 до 20 к данным в таблице прибавить числа: k + 1,5;
Для вариантов 21 до 30 к данным в таблице прибавить числа: k + 2,0.

Пример задания для варианта 15;

Варианты	15
U_1 В.	20 + 1,0 = 21
Р Вт	14 + 0,5 = 14,5
k	4,0 + 2,0 = 6,0

Лабораторная работа № 9. Измерение фокусного расстояния линзы

Цель лабораторной работы: «Сформировать умение измерять фокусное расстояние собирающей линзы».

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень оборудования, приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:
   - рабочее место лаборатория физики;
   - лабораторная установка, для определения фокусного расстояния линз.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Теоретическая часть.

Наиболее простой способ определения фокусного расстояния заключается в получении на экране с помощью исследуемой собирающей линзы действительного изображения удалённого предмета. Предполагая, что лучи от удалённого светящегося предмета падают на линзу параллельным пучком, можно принять расстояние между линзой и изображением светящегося предмета равным фокусному расстоянию линзы. Ошибка будет тем меньше, чем дальше от линзы будет находиться предмет.

Для определения фокусного расстояния линз существует ещё ряд способов:

а). определение фокусного расстояния линз путём нахождения расстояний от линзы до предмета и от линзы до изображения;

б). определение фокусного расстояния собирающей линзы посредством измерения расстояний от предмета и его изображения до линзы.

В данной работе будем применять способ «а)», рисунок 27.

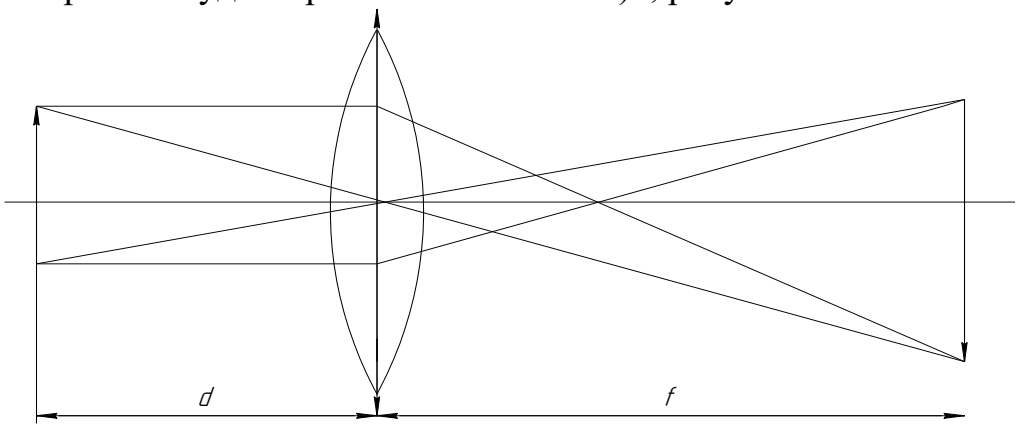


Рисунок 27. Схема измерения

Установка (рис. 28) состоит из следующих комплектующих:

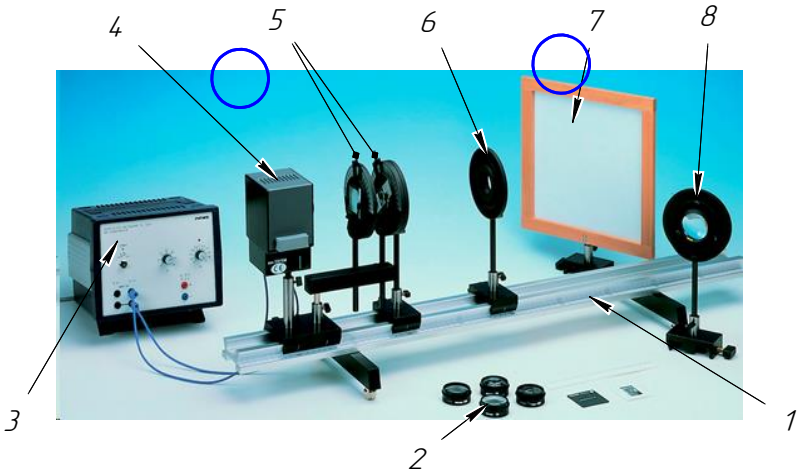


Рис.28. Общий вид установки.

1. Оптическая скамья. 2. Собирающие линзы комплект.
3. Источник питания: 0-12 V постоянный ток. 4. Источник света: лампа 12 V.
5. Двойной конденсор: F = 60 мм. 6. Оправа для исследования тонких линз.
7. Белый экран. 8. Оправа для исследования линз (запасная).

1.2 Порядок выполнения работы

Расстояние предмета от линзы d и расстояние от линзы до изображения f, (смотри рисунок 1), связаны с ее фокусным расстоянием F соотношением:

$\frac{1}{d} \pm \frac{1}{f} = \pm \frac{1}{F}$ или $F = \frac{d \cdot f}{d+f}$

В этой формуле знак (+) соответствует собирающей , а знак (-) – рассеивающей (рис. 1) линзам.

1.2.1 Сохраняя постоянным расстояние между лампочкой 4 и экраном, передвижением измеряемой линзы 6 добиться получения на экране 7 резкого изображения нити лампочки.

1.2.2 Меняя установку экрана, провести измерения расстояний между линзой и экраном 3 раза. Затем по формуле: $F = \frac{d \cdot f}{d+f}$ вычислить F.

1.2.3 Из полученных трех значений F следует вычислить выборочное среднее ⟨F⟩ и рассчитать погрешность Δ⟨F⟩ выборочным методом.

1.2.4 Результаты действий и расчетов свести в таблицу 21.

Таблица 21 Данные измерений (пример).

№ опыта	Координата центра рассеивающей линзы, $X_{рл}$	Расстояние от центра рассеивающей линзы до источника, f мм	$f_{ср.}$ мм	Расстояние источника до места, над которым находился центр рассеивающей линзы, d	D дптр	Фокусное расстояние рассеивающей линзы, $F_{ср}$
1	100	201	200	500	7	0,143
2	120	203		500	7	
3	140	196		500	7	

$\frac{1}{d}+\frac{1}{f\text{ср}}=\frac{1}{F\text{ср}}$ $F_{ср.}=\frac{200\cdot500}{200+500}=143$ мм; $D_{ср.}=\frac{1}{F_{ср}}=\frac{1}{0{,}143}=7$ дптр

Абсолютная погрешность ΔD измерения оптической силы линзы:

$\Delta D=\frac{\Delta_1}{d^2}+\frac{\Delta_2}{f^2}$. Толщина линзы h=5 мм = $5\cdot10^{-3}$ м.

$\Delta_1=\frac{h}{2}$; $\Delta_2=h$; $\Delta D=\frac{\Delta_1}{d^2}+\frac{\Delta_2}{f^2}=\frac{5\cdot10^{-3}}{2\cdot0{,}5^2}+\frac{5\cdot10^{-3}}{0{,}2^2}=0{,}143$ дптр

1.2.5 Сравните результаты измерения с маркировкой на линзе.

Вывод:

Результаты опытов показывают, что, измерив расстояние от предмета до линзы и от действительного изображения до линзы, можно определить оптическую силу линзы с достаточной точностью.

Действительное уменьшенное изображение в линзе получается, когда расстояние d > 2F.

2. Задача для самостоятельного решения:

Задача: Предмет высотой h см находится на расстоянии d см от собирающей тонкой линзы. Определить высоту изображения, если известно, что оптическая сила линзы составляет D диоптрии.

Данные для самостоятельного решения задачи представлены в таблице 22.

Таблица 22. Данные для самостоятельного решения задачи.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h см	4	5	6	7	8	7,5	6,5	5,5	4,5	3,5
d см	40	45	50	55	42	36	38	39	32	52
D	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	3.5	2.5	2,5	4,5	5,0

Для вариантов 11 до 20 к данным в таблице прибавить числа: h + 1,0; d + 0,5

Для вариантов 21 до 30 к данным в таблице прибавить числа: h + 1,5; d+ 1,0

Для вариантов 11 до 20 к данным в таблице прибавить числа: D + 0,5;

Для вариантов 21 до 30 к данным в таблице прибавить числа: D + 1,0.

Пример задания для варианта 15:

Вариант	15
h см	8 + 1,0 = 9,0
d см	42 + 0,5 = 42,5
D	4,0 + 0,5 =4,5

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Какие виды линз вы знаете?
2. Назовите основные характеристики линз.
3. Что такое фокус?
4. Что называется фокусным расстоянием?
5. Какие три «замечательных луча» используют для построения изображения, даваемого линзой?
6. Какие изображения можно получить с помощью собирающей линзы?
7. Назовите способы определения фокусного расстояния линзы.

Лабораторная работа № 10. Измерение радиационного фона

Цель лабораторной работы: «Научиться измерять величину естественного радиационного фона с помощью дозиметра. Оценить по результатам измерения удельной активности уровень радиоактивной загрязненности окружающей среды».

Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Перечень оборудования, приспособлений, инструмента и принадлежностей, необходимых для выполнения работы:
   - рабочее место лаборатория физики;
   - территория учебного заведения.

1. Краткое описание последовательности выполнения практической работы.

1.1 Теоретическая часть.

С помощью современных дозиметрических приборов можно получить информации о радиационной обстановке местности. Поэтому чтобы своевременно обнаруживать радиацию, постоянно контролировать и оценивать ее уровни необходимо уметь пользоваться данными приборами. Кроме этого, учащиеся должны знать единицы измерения и предельно допустимые дозы радиационного облучения.

Доза излучения характеризует меру воздействия ионизирующего излучения и его возможные последствия. Нормы радиационной безопасности определены в нормативном документе НРБ-99 «Нормы радиационной безопасности», действующим в РФ с 01.01.2000 г.

1.2 Уровни допустимой радиации.

Величина естественного фона для территории Москвы ≤ 20 мкР/ч.

Уровень радиации 0,1 – 0,2 мкЗв/ч, соответствующий естественному фону 10 – 20 мкР/ч считается *нормальным*.

Уровень радиации 0 – 0,6 мкЗв/ч (20 – 60 мкР/ч) считается ДОПУСТИМЫМ.

Уровень радиации 0,6-1,2 мкЗв/ч (60 – 120 мкР/ч) считается ПОВЫШЕННЫМ

Уровень радиации внутри помещений не должен превышать его значения на открытой местности более чем на 0,3 мкЗв/ч.

Большинство современных дозиметров измеряют мощность дозы излучения в ***микрозивертах*** в час ***(мкЗв/ч)***, однако до сих пор широко используется и другая единица измерения - микрорентген в час ***(мкР/ч).***

Соотношение между ними 100:1 (1 ***мкЗв/ч*** = 100 ***мкР/ч***).

1.3 Практическое измерение уровня радиации.

а). Подготовьте прибор (индикатор радиоактивности).

б). Проведите замер радиационной обстановки (рисунок 29 а и б).

в). Повторите пункт б) еще два раза и запишите полученные значения в тетрадь.
г). Подсчитайте среднее значение.
д). Полученные результаты запишите в таблицу 23.

Таблица 23 Результаты измерения радиационного фона.

Номер замера	Величины (мкР/ч)	Среднее значение (мкР/ч)
1	22	20,5
2	19	
3	20	
4	21	

а

б

Рисунок 29

В процессе лабораторной работы для оценки уровня радиоактивного фона был использован индикатор радиоактивности Soeks–01М.

Индикатор радиоактивности производит оценку радиационного фона по величине мощности ионизирующего излучения (гамма – излучения и потока бета – частиц) с учетом рентгеновского излучения.

В некоторых точках местности естественный радиационный фон показал значения выше нормы.

Однако среднее значение естественного радиационного фона на открытой местности получилось 24 мкР/ч, что соответствует норме.

Сравнивают полученное среднее значение фона с величиной естественного радиационного фона, принятой за норму —0,15 мкЗв/ч.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Какое радиоактивное излучение обладает самой большой проникающей способностью? Минимальной проникающей способностью?
2. Чему (в рентгенах) равен естественный фон радиации?
3. Какие существуют способы защиты от воздействия радиоактивных частиц и излучений?
4. Отметьте примеры радиационно - опасных объектов.
5. Обоснуйте радиоактивные превращения в процессе нагревания или других факторов.
6. Чем характеризуется период полураспада ?
7. Приведите пример, что вносит вклад в естественный радиационный фон?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные методические указания к проведению 10 лабораторных и практических работ содержат теоретические и практические сведения.

Составлены в соответствии с учебным планом и требованиями ФГОС.

В данной методической разработке описаны учебные материалы для проведения лабораторных и практических работ.

Составлены варианты задач для самостоятельного решения по темам выполняемых работ. В ходе их выполнения у обучающихся формируются основные компетенции и важнейшие практические умения и навыки, необходимые для успешного усвоения междисциплинарных курсов, реализующих учебный материал.

Качественное выполнение лабораторной работы – это предпосылка для подготовки в будущем квалифицированных специалистов.

Знания и умения, полученные учащимися на практических и лабораторных

занятиях, могут использоваться при подготовке к зачетам и экзаменам в конце учебного года, а так же к любым конкурсам, проводимым по предмету «Физика».

Данная работа может быть полезна преподавателям физики других учебных заведений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мякишев, Г. Я. Физика. 10 кл. [Текст]: учеб. для общеобразовательных учреждений, Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский. – М.: Просвещение, 2012.- 366 с.

2. Мякишев, Г. Я. Физика. 11 кл. [Текст]: учебник для общеобразовательных учреждений Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. – М.: Просвещение, 2012. – 399 с.

3. Парфеньева Н.А. Физика 10 класс. Тетрадь для лабораторных работ. 2012, 48с.

4. Перышкин А.В. Тетрадь для лабораторных работ по физике 10,11 класс. 2016, 52с.

5. Муравьев А.Г Основы безопасности жизнедеятельности. Методы и средства оценки факторов радиационной и химической опасности. 8-11 класс: методическое пособие/ А.Г. Муравьев; - М.: Дрофа, 2007.-140с.

6. Андрюшечкин С. М. Физика. «Конструктор» самостоятельных и контрольных работ. 10-11 классы: пособие для учителей общеобразовательных учреждений. –М.: Просвещение, 2010.

Приложение 1.

Инструкции к лабораторным работам.

1. Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.

До начала работы

1. Перед тем как приступить к выполнению работы, тщательно изучите её описание, уясните ход её выполнения.

2.До начала работы приборы не трогать и не приступать к выполнению лабораторной работы до указания преподавателя.

Во время работы

3. Будьте внимательны, дисциплинированы, осторожны, точно выполняйте указания учителя.

4. Не оставляйте рабочее место без разрешения преподавателя.

5. Располагайте приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном преподавателем.

6. Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся при выполнении задания.

7. При работе со стеклянным оборудованием (колбы, стаканы, термометры и др.) соблюдайте осторожность, располагайте их на рабочем месте так, чтобы не разбить их и не уронить со стола.

8. При работе с мензурками не пользуйтесь сосудами с трещинами или с повреждёнными краями.

9. Если сосуд разбит в процессе работы, уберите со стола осколки не руками или тряпкой, а сметите щёткой в совок.

10. При работе с жидкими веществами не пробуйте их на вкус, не разбрызгивайте и не разливайте.

11. Берегите оборудование и используйте его по назначению.

12. При получении травмы обратитесь к преподавателю.

После окончания работы

13. Тщательно вымойте руки с мылом.

14. Соблюдайте правила личной гигиены. При неопрятном состоянии рук под ногтями могут скапливаться вредные вещества, которые при попадании с пищей в организм могут вызвать отравление.

2. Инструкция по определению погрешностей измерений

Выполнение лабораторных работ связано с измерением различных физических величин и последующей обработкой их результатов.

Измерение — нахождение значения физической величины опытным путём с помощью средств измерения (смотри таблицу 1).

Прямое измерение — определение значения физической величины непосредственно средствами измерения.

Косвенное измерение — определение значения физической величины по формуле, связывающей её с другими физическими величинами, определяемыми прямыми измерениями.

Таблица 1 Средства измерения для лабораторных работ

№ п/п	Средства измерений	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешность
1	Линейка			
	ученическая	До 50 см	1 мм	±1 мм
	чертежная	До 50 см	1 мм	±0,2 мм
	инструментальная (стальная)	20 см	1 мм	±0,1 мм
	демонстрационная	100 см	1 см	±0,5 см
2	Лента измерительная	150 см	0,5 см	±0,5 см
3	Измерительный цилиндр	До 250 мл	1 мл	±1 мл
4	Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	±0,05 мм
5	Микрометр	25 мм	0,01 мм	±0,005 мм
6	Динамометр учебный	4 Н	0,1 Н	±0,05 Н
7	Весы учебные	200 г	—	±0,01 г
8	Секундомер	0—30 мин	0,2 с	±1 с за 30 мин
9	Барометр-анероид	720—780 мм рт.ст.	1 мм рт.ст.	±3 мм рт.ст.
10	Термометр лабораторный	0—100 °С	1 °С	±1 °С
11	Амперметр школьный	2 А	0,1 А	±0,05 А
12	Вольтметр школьный	6 В	0,2 В	±0,15 В

2.1 Класс точности измерительных приборов.

Для определения абсолютной инструментальной погрешности прибора надо знать его класс точности. Класс точности измерительного прибора показывает, сколько процентов составляет абсолютная инструментальная погрешность ΔиА от всей шкалы прибора (A_{max}):

$$\gamma = \frac{\Delta_и A}{A_{max}} \cdot 100\%.$$

Класс точности указывают на шкале прибора или в его паспорте (знак % при этом не пишут). Существуют следующие классы точности электроизмерительных приборов: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4. Зная класс точности прибора ($\gamma_{пр}$) и всю его шкалу (A_{max}), определяют абсолютную погрешность $\Delta_и$ в % по формуле:

$$\Delta_{иА} = \frac{\gamma_{пр} \cdot A_{max}}{100}\ \%;$$

Абсолютная погрешность школьных приборов представлена в таблице 2.

Таблица 2. Абсолютная погрешность школьных приборов (пример определения)

Средства измерения	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная погрешность
Амперметр школьный ЭА 2268	2 А	0,1 А	±0,05 А
Вольтметр школьный ЭВ 2234	6 В	0,2 В	±0,15 В