

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ

35.03.04 – Агрономия
05.03.06 – Экология и природопользование

Студент(ка) 1 курса ____ группы
Факультета

Ф.И.О. _____

УДК 53(076)
ББК 22.3я7
П 691

Рецензенты:

доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, Ю.А. Безгина
доцент, кандидат педагогических наук, И.А. Боголюбова

Любая С.И., Стародубцева Г.П., Афанасьев М.А. Практикум по физике. – Ставрополь: СПЕКТР, 2019. – 92 с.

В данном пособии даны указания по выполнению лабораторных работ по всем разделам физики: механика, молекулярная физика, термодинамика, электричество, оптика; а также вопросы для контроля знаний по материалам лекций. Приводится справочный материал, а также материал для самостоятельной работы студентов. Предназначено для студентов сельскохозяйственных вузов, обучающихся по направлениям 35.03.04 – «Технология производства продукции растениеводства», «Защита растений», «Плодоовощеводство» (бакалавриат академический, прикладной); 05.03.06 – Экология и природопользование.

Рекомендовано к печати методической комиссией факультета агробиологии и земельных ресурсов СтГАУ (протокол № 1 от 1 сентября 2020 г.)

УДК 53(076)
ББК 22.3я7
П 691

© С.И. Любая, Г.П. Стародубцева, М.А. Афанасьев
©Ставропольский государственный аграрный университет

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Введение</i>	4
<i>Балльно - рейтинговая оценка знаний 1 семестр</i>	7
ГЛАВА 1. Лабораторный практикум	8
<i>Лабораторная работа №1</i>	
Определение момента инерции тел сложной геометрической формы..	8
<i>Диктант №1</i>	13
<i>Лабораторная работа № 2</i>	
Физический маятник	14
<i>Диктант №2</i>	19
<i>Лабораторная работа № 3</i>	
Математический маятник.....	20
<i>Диктант №3</i>	25
<i>Лабораторная работа № 4</i>	
Определение коэффициента динамической вязкости жидкости.....	26
<i>Диктант №4</i>	34
<i>Лабораторная работа № 5</i>	
Определение влажности воздуха.....	35
<i>Диктант №5</i>	40
<i>Лабораторная работа № 6</i>	
Исследование электрического поля.....	41
<i>Диктант №6</i>	47
<i>Лабораторная работа № 7</i>	
Проверка правил Кирхгофа.....	48
<i>Лабораторная работа № 8</i>	
Определение оптической силы линзы.....	53
<i>Лабораторная работа № 9</i>	
Определение показателя преломления жидкости с помощью рефрактометра.....	60
ГЛАВА 2. Организация самостоятельной работы	65
Подготовка к практическому и лабораторному занятиям.....	65
Написание рефератов и докладов.....	66
Темы рефератов.....	68
<i>Приложение 1</i> Перечень основных таблиц физических величин	71
<i>Литература</i>	76

ВВЕДЕНИЕ

1. Цели дисциплины физика

1. Освоение знаний о механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях; величинах, характеризующих эти явления; законах, которым они подчиняются; методах научного познания природы.

2. Овладение умениями проводить наблюдения природных явлений, описывать и обобщать результаты наблюдений, использовать простые измерительные приборы; применять полученные знания для объяснения принципов действия технических устройств; для решения физических задач.

3. Развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в ходе решения физических задач и выполнения лабораторных работ; способности к самостоятельному приобретению новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами.

4. Воспитание убежденности в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества.

5. Применение полученных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, для обеспечения безопасности своей жизни.

Задачи: изучение законов механики, термодинамики, электромагнетизма, оптики; атомной физики; овладение методами лабораторных исследований; выработка умений по применению законов физики в сельскохозяйственном производстве.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих общекультурных (ОК) и профессиональных компетенций (ПК) в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

а) общекультурных (ОК):

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) общепрофессиональных (ОПК):

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности,

применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).

В результате освоения ОПОП ВО обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).	Знать: основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики.
		Уметь: применять физические явления, фундаментальные понятия и законы классической и современной физики в сельскохозяйственном производстве; определять сущность физических процессов, происходящих в почве, растениях и продукции.
		Владеть: навыками использования физических явлений, фундаментальных понятий и законов классической и современной физики в сельскохозяйственном производстве, методами проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.
ОПК-2	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы	Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. Уметь: использовать основные

	математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).	законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
		Владеть: навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.2 Физика является дисциплиной вариативной части цикла обязательных дисциплин ФГОС ВО.

Для освоения дисциплины «Физика» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин «математика, физика (школьный курс)».

Освоение дисциплины «Физика» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

- Б1.Б.16 Почвоведение с основами геологии;
- Б1.Б.19 Земледелие;
- Б1.В.ДВ.7.1 Лесомелиорация.

**Балльно - рейтинговая оценка знаний для студентов
35.03.04 -Агрономия**

Контрольные мероприятия 1 семестр	Максимальное значение в баллах на семестр
Посещаемость лекций с написанием конспекта	$9 \times 1 = 9$
Лабораторные работы	$9 \times 4 = 36$
Контроль знаний по материалам лекций (физический диктант)	$6 \times 4 = 24$
Расчетно-графическая работа	5
Коллоквиум	10
Реферат	5
Поощрительные баллы за активность на занятиях и внеаудиторных мероприятиях (участие в конференциях, публикации, конкурсы и т.д.)	11
ИТОГО	100

**Балльно - рейтинговая оценка знаний для студентов
05.03.06 – Экология и природопользование**

Контрольные мероприятия 1 семестр	Максимальное значение в баллах на семестр
Посещаемость лекций с написанием конспекта	$7 \times 1 = 7$
Лабораторные работы	$8 \times 4 = 32$
Контроль знаний по материалам лекций (физический диктант)	$6 \times 4 = 24$
Расчетно-графическая работа	5
Коллоквиум	15
Реферат	5
Поощрительные баллы за активность на занятиях и внеаудиторных мероприятиях (участие в конференциях, публикации, конкурсы и т.д.)	12
ИТОГО	100

Нормы пересчета оценок в баллы

Полученная оценка	Начисляемые баллы			
	диктант	лаб. раб	РГ раб.	коллоквиум
оценка 2	0	0	1	1
оценка 2+, 3-	1,5	1,5	2	1,5
оценка 3	2	2	3	2
оценка 3+, 4-	2,5	2,5	3,5	4
оценка 4	3	3	4	6
оценка 4+, 5-	3,5	3,5	4,5	8
оценка 5	4	4	5	10

Коэффициенты, изменяющие рейтинг студента

Невыполнение форм контроля в срок	0,8
-----------------------------------	-----

ГЛАВА 1. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ТЕЛ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Цель работы: определить момент инерции твердого тела.

Оборудование: два концентрических диска (пластмассовый диск и металлический шкив), закрепленных вместе, секундомер, линейка, набор грузов.

Краткая теория

При вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси любые точки тела описывают окружности, лежащие в параллельных плоскостях. Центры этих окружностей расположены на одной прямой, называемой осью вращения. Вращательное движение тела вокруг закрепленной оси широко используется в различных аппаратах пищевых производств (центрифуги, мельницы, измельчители и др.), а также в молекулярной биологии, физической химии. Сепараторы и центрифуги широко используются в молочной промышленности. В период разгона сепаратора его энергия расходуется на сообщение кинетической энергии барабану (30%); на преодоление сил трения в пусковом механизме (40%); в приводном

механизме (20%); а также сопротивление воздуха (10%). В этот период потребляемая мощность должна быть примерно в 1,5 раза больше, чем во время рабочего хода. Как указано в период разгона сепаратора мощность расходуется на сообщение кинетической энергии E_k барабану, рассчитываемой по формуле:

$$E_k = \frac{I\omega^2}{2}, \quad (1.1)$$

где I – момент инерции ротора, ω – угловая скорость вращения барабана.

Таким образом, знание момента инерции тел участвующих во вращательном движении необходимо для расчетов эксплуатационных характеристик сепараторов и центрифуг. Центрифугирование используют в виноделии для осветления сусла перед брожением. Валковые дробилки используются на винозаводах для измельчения ягод винограда. В процессе измельчения валки вращаются в противоположные стороны с одинаковой или разной частотой. Знание частоты вращения и угловой скорости валков необходимо для расчетов производительности таких устройств.

Известно, что инертные свойства тела при вращательном движении характеризует момент инерции.

Момент инерции I_i материальной точки массой m_i , находящейся на расстоянии r_i от оси вращения, численно равен произведению массы точки на квадрат этого расстояния:

$$I_i = m_i \cdot r_i^2. \quad (1.2)$$

Для вычисления момента инерции какого-либо тела его делят на множество достаточно малых i - элементов, каждый из которых может быть приближенно принят за материальную точку. Для каждого из этих элементов вычисляют момент инерции, сумма которых и составит момент инерции всего тела.

Моментом инерции тела относительно оси вращения называется физическая величина, равная сумме моментов инерции материальных точек, составляющих данное тело:

$$I = \sum_{i=1}^n m_i \cdot r_i^2. \quad (1.3)$$

В случае непрерывного распределения масс эта сумма сводится к интегралу:

$$I = \int r^2 \cdot dm = \int_V r^2 \cdot \rho \cdot dV, \quad (1.4)$$

где ρ – плотность вещества и интегрирование производится по всему объему тела V .

Подобным образом вычисляются моменты инерции однородных тел правильной геометрической формы относительно оси, проходящей через центр масс этих тел. Рассмотрим в качестве примера несколько таких тел:

обруч, тонкостенный цилиндр радиусом R и массой m :

$$I_c = m \cdot R^2 ; \quad (1.5)$$

тонкий однородный круглый диск, круглый сплошной цилиндр радиусом R и массой m :

$$I_c = \frac{m \cdot R^2}{2} ; \quad (1.6)$$

тонкий прямой стержень массой m и длиной l :

$$I_c = \frac{m \cdot l^2}{12} ; \quad (1.7)$$

однородный сплошной шар массой m и радиусом R :

$$I_c = \frac{2 \cdot m \cdot R^2}{5} . \quad (1.8)$$

Момент инерции в СИ измеряется в $[\text{кг} \cdot \text{м}^2]$.

Моменты инерции тел зависят от того, где проходит закрепленная ось вращения. Нахождение моментов инерции тела при параллельном произвольном переносе его оси вращения можно рассчитать, если воспользоваться теоремой Штейнера:

Момент инерции тела I относительно произвольной оси вращения равен его моменту инерции I_0 относительно оси вращения, параллельной данной и проходящей через центр массы тела, сложенному с произведением массы тела на квадрат расстояния d между параллельными осями.

$$I = I_0 + md^2 . \quad (1.9)$$

Для тел неоднородных или сложной геометрической формы момент инерции обычно определяют опытным путем.

При этом следует помнить, что кинетическая энергия поступательного движения тела определяется по формуле:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} . \quad (1.10)$$

Здесь линейная – v и угловая – ω скорости связаны соотношением:

$$v = \omega \cdot R . \quad (1.11)$$

Кинетическая энергия вращательного движения тела определяется по формуле (1.1).

Ход работы

1. Запишите значения

радиуса диска $R =$ м, радиуса шкива $r =$ м,
массы диска $m_1 =$ кг, массы шкива $m_2 =$ кг.

2. Рассчитайте теоретическое значение момента инерции I_T системы диск-шкив по формуле

$$I_T = I_1 + I_2 = \frac{m_1 R^2}{2} + \frac{m_2 r^2}{2}.$$

$I_T =$

3. Подвесьте гирьку $m = 0,1$ кг на высоте $h = 1,5$ м от пола и секундомером определите три раза время t движения гирьки до удара о пол и рассчитайте среднее значение времени падения:

$t_1 =$ с, $t_2 =$ с, $t_3 =$ с.

$$\langle t \rangle = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} =$$

4. Определите опытное значение $I_{\text{оп1}}$ момента инерции системы

диск-шкив по формуле $I = \frac{m \cdot g \cdot r^2 \cdot t^2}{2h}$.

$I_{\text{оп1}} =$

5. Повторите опыт с гирьками массами 0,2 кг и 0,3 кг и рассчитайте соответствующие моменты инерции $I_{\text{оп2}}$, $I_{\text{оп3}}$.

а) Расчеты для 0,2 кг:

$t_1 =$ с, $t_2 =$ с, $t_3 =$ с.

$$\langle t \rangle = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} =$$

$I_{\text{оп2}} =$

б) Расчеты для 0,3 кг:

$t_1 =$ с, $t_2 =$ с, $t_3 =$ с.

$$\langle t \rangle = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} =$$

$$I_{on3} =$$

6. Определите среднее экспериментальное значение момента инерции системы диск-шкив:

$$\langle I \rangle = \frac{I_{on1} + I_{on2} + I_{on3}}{3} =$$

7. Рассчитайте погрешность измерений:

$$\varepsilon = \frac{|I_T - \langle I \rangle|}{I_T} \cdot 100\% =$$

8. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 1.

Таблица 1

№ п.п.	Диск		Шкив		$I_T,$ кг·м ²	m, кг	t, с	$I_{оп},$ кг·м ²	$I_{ср},$ кг·м ²	$\varepsilon,$ %
	$m_1,$ кг	R, м	$m_2,$ кг	r, м						
1.										
2.										
3.										

ВЫВОД:

Вопросы для защиты работы:

1) Что называется моментом инерции материальной точки?

2) Что называется моментом инерции твердого тела? В каких единицах он измеряется?

3) Как запишутся формулы для вычисления моментов инерции геометрически правильных тел (обруч, диск, стержень, шар)?

4) Как читается теорема Штейнера? Записать формулу.

5) По какой формуле рассчитывается кинетическая энергия вращающегося тела?

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Диктант №1 по лекции «Кинематика материальной точки»

Вариант 1	Вариант 2
1. Что такое физика?	1. Что такое материальная точка?
2. Что такое траектория?	2. Что такое путь?
3. Запишите формулу и определение средней линейной скорости. Ед. измерения.	3. Запишите формулу и определение средней угловой скорости. Ед. измерения.
4. Запишите формулу мгновенной угловой скорости.	4. Запишите формулу мгновенной линейной скорости.
5. Запишите формулу и определение среднего линейного ускорения. Ед. измерения.	5. Запишите формулу и определение среднего углового ускорения. Ед. измерения.
6. Запишите формулу мгновенного углового ускорения, как вторая производная углового пути по времени.	6. Запишите формулу мгновенного линейного ускорения, как первая производная скорости по времени.
7. Запишите формулу угловой скорости, выраженную через частоту.	7. Запишите формулу линейной скорости, выраженную через частоту.
8. Правило буравчика.	8. Что такое механическое движение?

9. Запишите формулу связь между линейной и угловой скоростью.	9. Запишите формулу связь между линейным и угловым ускорением.
10. Запишите формулу пути при равноускоренном движении.	10. Запишите формулу скорости при равноускоренном движении.

Дата защиты _____

Начисленные баллы _____

Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 2 **ФИЗИЧЕСКИЙ МАЯТНИК**

Цель работы: определить момент инерции физического маятника (металлической пластины) относительно нескольких произвольных осей вращения.

Оборудование: металлическая пластина, секундомер, линейка.

Краткая теория

Гармоническим колебанием называется периодическое колебательное движение, при котором координаты положения тела меняются во времени по закону синуса или косинуса.

Функция описывающая гармоническое колебание имеет вид:

$$x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi) = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot t}{T} + \varphi\right) = A \cdot \sin(2\pi \nu t + \varphi), \quad (2.1)$$

где x – расстояние отклонения от положения равновесия материальной точки (тела) в любой момент времени, A – амплитуда колебания: наибольшее отклонение от положения равновесия, T – период колебания: время, в течение которого совершается одно полное колебание, $(\omega t + \varphi)$ – фаза колебания: величина, характеризующая положение и направление колеблющегося тела в любой момент времени, φ – начальная фаза колебания (отсчет производится не от положения равновесия), ω – круговая (циклическая) частота, ν – частота колебаний (число колебаний в единицу времени).

Если начальная фаза равна 0, то уравнение (2.1) примет вид:

$$x = A \cdot \sin \omega t. \quad (2.2)$$

т. к. $\nu = \frac{1}{T}$ и $\omega = 2\pi \nu$.

Гармонические колебания совершаются только при малых углах отклонения колеблющегося тела относительно положения равновесия. Известно несколько основных видов маятников, совершающих гармонические колебания (математический, физический, пружинный). В данной работе нас интересует физический маятник.

Физическим маятником называется твердое тело, укрепленное на неподвижной оси вращения, не совпадающей с центром масс тела, и совершающее колебания относительно этой оси (рис. 2.1).

На основании уравнения гармонического колебания и основного уравнения динамики вращательного движения выводится формула периода колебаний физического маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{m \cdot g \cdot d}}, \quad (2.3)$$

где I – момент инерции физического маятника относительно оси подвеса; d – расстояние от оси подвеса до центра масс маятника, m – масса маятника, g – ускорение свободного падения.

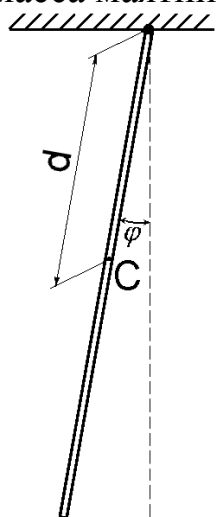


Рис. 2.1

Тогда из (2.3) получаем для экспериментального определения момента инерции металлической пластины выражение:

$$I_{\text{экс}} = \frac{mgd \cdot T^2}{4\pi^2}, \quad (2.4)$$

Эта формула применяется также для нахождения экспериментальных значений моментов инерции тел сложной конфигурации относительно произвольных осей вращения.

Теоретическое значение моментов инерции тел относительно произвольной оси рассчитывается по теореме Штейнера

$$I_T = I_C + m \cdot d^2, \quad (2.5)$$

где I_C – момент инерции тела относительно оси, проходящей через центр его масс, d – расстояние между указанными осями вращения.

Известно, что для стержня

$$I_C = \frac{m \cdot l^2}{12}, \quad (2.6)$$

где m – масса стержня, l – его длина.

Ход работы

Задание 1. Ось вращения проходит через конец пластины (рис. 2.2а).

1. Рассчитайте теоретическое значение момента а) инерции относительно этой оси по формулам

$$I_T = I_c + m \cdot d^2 \text{ и } I_c = \frac{m \cdot l^2}{12}, \text{ где } m = 4,25 \text{ кг, } l = 1,6 \text{ м, б)}$$

$$d = 0,8 \text{ м.}$$

$$I_c =$$

$$I_T =$$

2. Отклоните пластину на небольшой угол φ от положения равновесия ($\angle 10^\circ$) и с помощью секундомера определите время t , за которое он совершит $n = 10, 20, 30$ полных колебаний. Результаты занесите в таблицу 1.

$$t_1 = \quad \text{с, } t_2 = \quad \text{с, } t_3 = \quad \text{с.}$$

Таблица 2.1

	10	20	30
t, с			
T, с			

3. Рассчитайте для каждого случая период колебания по формуле

$$T = \frac{t}{n}.$$

$$T_1 = \quad \text{с, } T_2 = \quad \text{с, } T_3 = \quad \text{с.}$$

4. Затем найдите среднее значение периода колебаний по формуле:

$$\langle T \rangle = \frac{1}{3}(T_1 + T_2 + T_3) =$$

5. Вычислите опытное значение момента инерции по формуле

$$I_{on} = \frac{mgd \cdot T^2}{4\pi^2} \text{ для данного значения расстояния } d.$$

$$I_{on} =$$

6. Рассчитайте погрешность измерения по формуле:

$$\varepsilon = \frac{|I_T - I_{on}|}{I_T} \cdot 100\% =$$

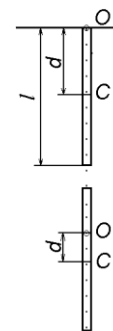


Рис. 2.2

Задание 2. Ось вращения приблизить к центру масс (рис. 2.2б).

1. Рассчитайте теоретическое значение по формуле

$$I_T = I_c + m \cdot d^2, \text{ где } m = 4,25 \text{ кг, } l = 1,6 \text{ м, } d = 0,4 \text{ м.}$$

$$I_T =$$

2. Повторите опыт аналогично пункту 2 задания 1 и заполните таблицу 2

$$t_1 = \quad \text{с, } t_2 = \quad \text{с, } t_3 = \quad \text{с.}$$

Таблица 2.2

n	10	20	30
t, с			
T, с			

3. Рассчитайте для каждого случая период колебания по формуле

$$T = \frac{t}{n}$$

$$4. \quad T_1 = \quad \text{с, } T_2 = \quad \text{с, } T_3 = \quad \text{с.}$$

5. Затем найдите среднее значение периода колебаний по формуле:

$$\langle T \rangle = \frac{1}{3}(T_1 + T_2 + T_3) =$$

6. Рассчитайте опытное значение момента инерции по формуле

$$I_{on} = \frac{mgd \cdot T^2}{4\pi^2} =$$

7. Рассчитайте погрешность опыта.

$$\varepsilon = \frac{|I_T - I_{on}|}{I_T} \cdot 100\% =$$

8. Сделайте вывод, как изменился момент инерции с уменьшением расстояния от оси вращения до центра масс

ВЫВОД: _____

Вопросы для защиты работы:

1) Что называется гармоническим колебанием?

2) Что такое фаза, период, амплитуда колебания?

3) Что называется физическим маятником? Чему равен период его колебания (формула)?

4) Что называется моментом инерции материальной точки относительно оси вращения?

5) Знать формулы для расчета моментов инерции стержня, шара, диска, кольца относительно оси вращения, проходящей через их центр масс?

6) Как рассчитать моменты инерции этих тел относительно оси вращения, не совпадающей с центром масс?

7) Рабочие формулы

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Диктант №2 по лекции «Динамика материальной точки»

Вариант 1	Вариант 2
1. Первый закон Ньютона.	1. Почему первый закон Ньютона называется законом инерции?
2. Инерциальные системы отсчета.	2. Неинерциальные системы отсчета.
3. Определение массы. Ед. измерения.	3. Плотность тела (формула, определение).
4. Что такое сила? Ед. измерения, обозначение.	4. Закон всемирного тяготения (как читается, формула)
5. Сила тяжести.	5. Закон Гука.
6. Чему равен вес тела, если тело движется равномерно и прямолинейно? Ед. измерения.	6. Чему равен вес тела, если тело движется вверх с ускорением? Ед. измерения.
7. Чему равен вес тела, если тело движется вниз с ускорением?	7. Чему равен вес тела, если тело движется вниз с ускорением равным g ?
8. Первая формулировка второго закона Ньютона.	8. Второй закон Ньютона, выраженный через импульс?
9. Что называется импульсом? Формула, ед. измерения.	9. Момент силы (формула, определение, ед. измерения)
10. Закон сохранения импульсов? Формула, определение	10. Третий закон Ньютона?

Дата защиты _____

Начисленные баллы _____

Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 3
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК

Цель работы: изучение свободных колебаний маятника, определение ускорения свободного падения.

Оборудование: лабораторная установка, секундомер.

Краткая теория

Математическим маятником называется тело, подвешенное на длинной невесомой нити, длина которой во много раз превышает линейные размеры тела (рис. 3.1). Реальный маятник, у которого масса колеблющегося тела во много раз больше массы нити, а длина нити во много раз больше размеров тела, можно считать математическим.

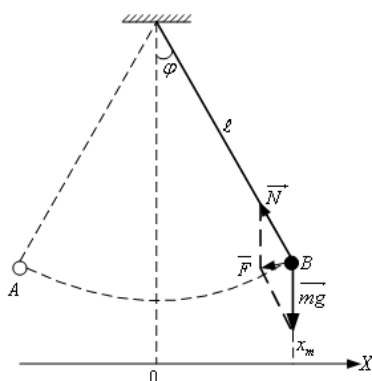


Рисунок 3.1. Колебания математического маятника.

Запишем основное уравнение динамики вращательного движения для этой системы: $M = I \cdot \varepsilon$. Момент инерции материальной точки равен $I = m \cdot l^2$. Угловое ускорение есть вторая производная углового перемещения по времени: $\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$.

По определению момента силы $M = -F \cdot l$, где l – плечо силы тяжести. Знак «-» показывает, что момент силы тяжести стремится вернуть систему в положение равновесия. Из рисунка 1.1. видно, что $F = m \cdot g \cdot \sin \varphi$. Момент силы будет равен $M = -m \cdot g \cdot l \cdot \sin \varphi$. Если угол φ мал, то $\sin \varphi \approx \varphi$. Суммируя все сказанное: $-m \cdot g \cdot l \cdot \varphi = m \cdot l^2 \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2}$.

Преобразуя последнее уравнение можно получить: $\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{g}{l} \cdot \varphi$.

Обозначив $\frac{g}{l} = \omega_0^2$, получим:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\omega_0^2 \cdot \varphi. \quad (3.1)$$

Если угол φ мал, то дуга АВ неотличима от хорды АВ.

Тогда для координаты колеблющейся точки будем иметь:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 \cdot x \quad - \quad \text{уравнение гармонических колебаний в}$$

дифференциальном виде.

Период колебаний математического маятника определяется по приближенной формуле, пригодной только для малых амплитуд колебаний:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}, \quad (3.2)$$

Ход работы

Соотношение $g = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l}{T^2}$ позволяет опытным путем определить ускорение свободного падения. Для этого необходимо измерить период колебания маятника T и длину подвеса l .

При выводе соотношения (3.2) были сделаны следующие предположения:

- маятник совершает колебания с малой амплитудой;
- затуханием колебаний можно пренебречь.

1. Определите период колебания маятника при различных значениях амплитуды в пределах от $2-3^\circ$ до $10-12^\circ$, для чего измерьте время t , в течение, которого маятник совершает N колебаний и по формуле

$$T = \frac{t}{N} \quad \text{рассчитайте период колебания.}$$

$$t_1 = \qquad \qquad \qquad T_1 =$$

$$t_2 = \qquad \qquad \qquad T_2 =$$

$$t_3 = \qquad \qquad \qquad T_3 =$$

Результаты измерений занесите в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

A	2°	4°	6°	8°	10°
t					
T					

2. Проверьте, подтверждается ли на опыте линейная зависимость между квадратом периода колебаний и длиной маятника. Для этого измерьте период колебания маятника для четырех – пяти длин подвеса в пределах

от l_{\min} до l_{\max} . При измерениях амплитуда колебаний должна быть малой. Результаты измерений занесите в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

№	l , м	N	t , с	T , с	T^2 , с ²	g , м/с ²	$\langle g \rangle$, м/с ²	ε , %
1								
2								
3								
4								
5								

$$g_1 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l_1}{T_1^2} =$$

$$g_2 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l_2}{T_2^2} =$$

$$g_3 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l_3}{T_3^2} =$$

$$g_4 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l_4}{T_4^2} =$$

$$g_5 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l_5}{T_5^2} =$$

3. Постройте график зависимости квадрата периода колебаний от длины маятника в координатах (l, T^2) .

4. Определите ускорение свободного падения и оцените погрешность измерения.

$$\langle g \rangle = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l}{T^2} =$$

$$\varepsilon = \frac{|g_T - \langle g \rangle|}{g_T} \cdot 100\% =$$

ВЫВОД: _____

Вопросы для защиты работы:

1) Математический маятник (определение)

2) От чего зависит период колебаний математического маятника?

3) Что такое колебания?

4) Какие колебания называются гармоническими?

5) Записать дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Каково его решение?

б). Дайте определения характеристик колебания (амплитуда, период, частота, фаза)

б) Рабочая формула

Дата защиты _____
Количество баллов _____
Подпись преподавателя _____

Диктант №3 по лекции «Динамика вращательного движения»

Вариант 1	Вариант 2
1. Что называется моментом инерции материальной точки (формула, определение, ед. измерения).	1. Момент инерции твердого тела (формула, определение, ед. измерения).
2. Чему равен момент инерции стержня?	2. Чему равен момент инерции диска?
3. Чему равен момент инерции кольца?	3. Чему равен момент инерции шара?
4. Что такое момент инерции?	4. Теорема Штейнера (формула, определение).
5. Основное уравнение динамики вращательного движения (определение).	5. Чему равно угловое ускорение вращающегося тела?
6. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.	6. Чему равна кинетическая энергия вращающегося тела?

Дата защиты _____

Начисленные баллы _____

Подпись преподавателя _____

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ

Цель работы: определить коэффициент динамической вязкости касторового масла.

Оборудование: цилиндр с касторовым маслом, секундомер, свинцовые шарики, микрометр, вискозиметры.

Краткая теория

Внутреннее трение (вязкость) – это свойство реальных жидкостей (или газов) благодаря которому выравнивается скорость движения различных слоев. Вязкость проявляется в том, что возникающее в жидкости движение после устранения причин, его вызывающих, постепенно прекращается.

По вязкости судят о качестве продуктов питания, например, молочных продуктов, сахара, сиропов, сока и т. д. В виноделии выдержка вина – ответственный технологический процесс, при котором происходят различные физические процессы: осаждение взвешенных частиц и испарение летучих компонентов. Скорость осаждения частиц в вине зависит от размеров частиц (метод Стокса в лабораторной работе) и она во много раз увеличивается при введении сорбентов и флокулянтов. Чтобы избежать нежелательного влияния конвекции выдержку вин проводят в помещениях с постоянной температурой и отсутствием вибрации. При хранении вина в дубовых бочках необходимо поддерживать температуру, поскольку при повышении температуры скорость перемещения вина по капиллярам (порам) дубовой клепки увеличивается вследствие уменьшения вязкости. В биологических системах вязкость оказывает влияние на протекание ряда процессов в живом организме (диффузия веществ, подвижность ионов).

Численные значения коэффициентов динамической вязкости необходимы для расчетов трубопроводов в аппаратах пищевых производств. Продукты с низким коэффициентом вязкости могут легко разливаться на простом оборудовании, но они образуют пену, в то время как некоторые плотные продукты, имеющие консистенцию сливок, расфасовываются очень легко, поскольку вообще не дают пены. Чтобы свести вспенивание к минимуму и обеспечить регулируемый поток жидкости при розливе в упаковку, следует правильно выбрать тип штуцера с учетом вязкости продукта и поверхностного натяжения.

Внутреннее трение относится к явлениям переноса. Рассмотрим медленное течение жидкости в трубе под действием постоянной внешней разности давлений, направленной вдоль движения (рис. 5.1а). Скорости движения разных слоев в ней будут неодинаковы: наибольшее ее значение в центре и минимальное (близкое к нулю) – у стенок.

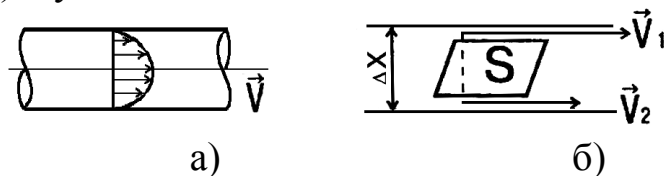


Рис. 5.1

Это связано с тем, что, наряду с направленным движением вдоль трубы, молекулы жидкости из-за хаотического (теплого) движения переходят из слоя в слой.

При таком переходе происходит перенос импульса направленного движения из слоя в слой, что приводит к ускорению слоя, движущегося более медленно, и замедлению слоя, движущегося быстрее.

Сила внутреннего трения, возникающая при относительном перемещении слоев жидкости, определяется формулой Ньютона:

$$F_{TP} = -\eta S \frac{\Delta v}{\Delta x}, \quad (5.1)$$

где η – коэффициент внутреннего трения (динамической вязкости) жидкости, $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ – градиент скорости – векторная величина, направленная перпендикулярно вектору скорости и показывающая изменение скорости на единицу расстояния между слоями (рис. 5.1б), измеряется в $[c^{-1}]$, S – площадь соприкасающихся слоев.

Из (5.1) следует:

$$\eta = \left| \frac{F_{TP}}{\frac{\Delta v}{\Delta x} S} \right|. \quad (5.2)$$

Для выяснения физического смысла коэффициента η подставим в уравнении (5.2) $\frac{\Delta v}{\Delta x} = 1 c^{-1}$, а $S = 1 m^2$.

Тогда $\eta = |F_{TP}|$, т. е. коэффициентом динамической вязкости называется физическая величина, численно равная силе внутреннего трения, действующей на единицу площади соприкасающихся слоев, при градиенте скорости равном 1 (единице).

В системе «СИ» коэффициент динамической вязкости измеряется в Па·с.

Коэффициент динамической вязкости может быть измерен методом Стокса, который основан на измерении скорости шарика, равномерно падающего в вязкой среде.

На шарик, свободно падающий в вязкой среде, действуют следующие силы (рис. 5.2):

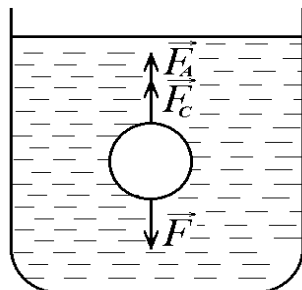


Рис. 5.2

1) сила тяжести шарика:

$$F = mg = \rho_2 Vg = \frac{4\pi r^3 \rho_2 g}{3}, \quad (5.3)$$

где m – масса шарика, g – ускорение силы тяжести, ρ_2 – плотность материала шарика, V – объем шарика, r – радиус шарика;

2) выталкивающая сила Архимеда:

$$F_A = \rho_1 Vg = \frac{4\pi r^3 \rho_1 g}{3}, \quad (5.4)$$

где F_A – равна весу вытесненной шариком жидкости, $\frac{4\pi r^3}{3}$ – объем вытесненной шариком жидкости, ρ_1 – плотность жидкости;

3) сила сопротивления движению (сила Стокса), обусловленная силами внутреннего трения между слоями жидкости, которая для малых скоростей падения небольших шарообразных тел, как показал Стокс, равна:

$$F_c = 6 \pi r \eta v. \quad (5.5)$$

где v – скорость падения шарика, r – радиус шарика.

Вначале шарик движется ускоренно, но по мере увеличения скорости падения шарика сила сопротивления F_c будет тоже возрастать, и наступит такой момент, когда сила тяжести уравнивается выталкивающей силой и силой сопротивления:

$$F = F_C + F_A. \quad (5.6)$$

Движение шарика станет равномерным.

Ход работы

Задание 1

1. Найдите в таблице и запишите плотности касторового масла и свинца и рассчитайте константу C по формуле

$$\rho_1 = 960 \text{ кг/м}^3, \rho_2 = 11340 \text{ кг/м}^3, h = \quad .$$

$$C = \frac{[g(\rho_2 - \rho_1)]}{18 \cdot h} =$$

2. Микрометром измерьте диаметры шариков и их значения запишите в таблицу 1.

3. Опустите шарик в цилиндр с касторовым маслом ближе к оси, и секундомером измерьте время t прохождения шариком расстояние h между метками «а» и «б».

4. Рассчитайте коэффициент динамической вязкости по формуле

$$\eta = C \cdot d^2 \cdot t.$$

5. Повторите указанный опыт 3 раз и занесите данные в таблицу 1.

$$1) d_1 = \quad , t_1 = \quad \text{с},$$

$$\eta_1 = C \cdot d_1^2 \cdot t_1 =$$

$$2) d_2 = \quad , t_2 = \quad \text{с},$$

$$\eta_2 = C \cdot d_2^2 \cdot t_2 =$$

$$3) d_3 = \quad , t_3 = \quad \text{с},$$

$$\eta_3 = C \cdot d_3^2 \cdot t_3 =$$

Таблица 5.1

№	Диаметр шарика	Время падения	Коэффициент динамической вязкости	Среднее значение коэффициента динамической вязкости
	d, м	t, с	η , Па·с	$\langle \eta \rangle$, Па·с
1				
2				
3				

6. По данным таблицы 5.1 рассчитайте среднее значение коэффициента динамической вязкости масла:

$$\langle \eta \rangle =$$

7. Истинное значение коэффициента динамической вязкости η_T , выпишите из таблицы в соответствии с температурой масла на время измерений.

$$t = \text{---} \text{ } ^\circ\text{C}, T = t + 273 =$$

T, К	283	284	285	286	287	288	289	290
η , Па·с	2,44	2,25	2,05	1,85	1,70	1,55	1,42	1,30

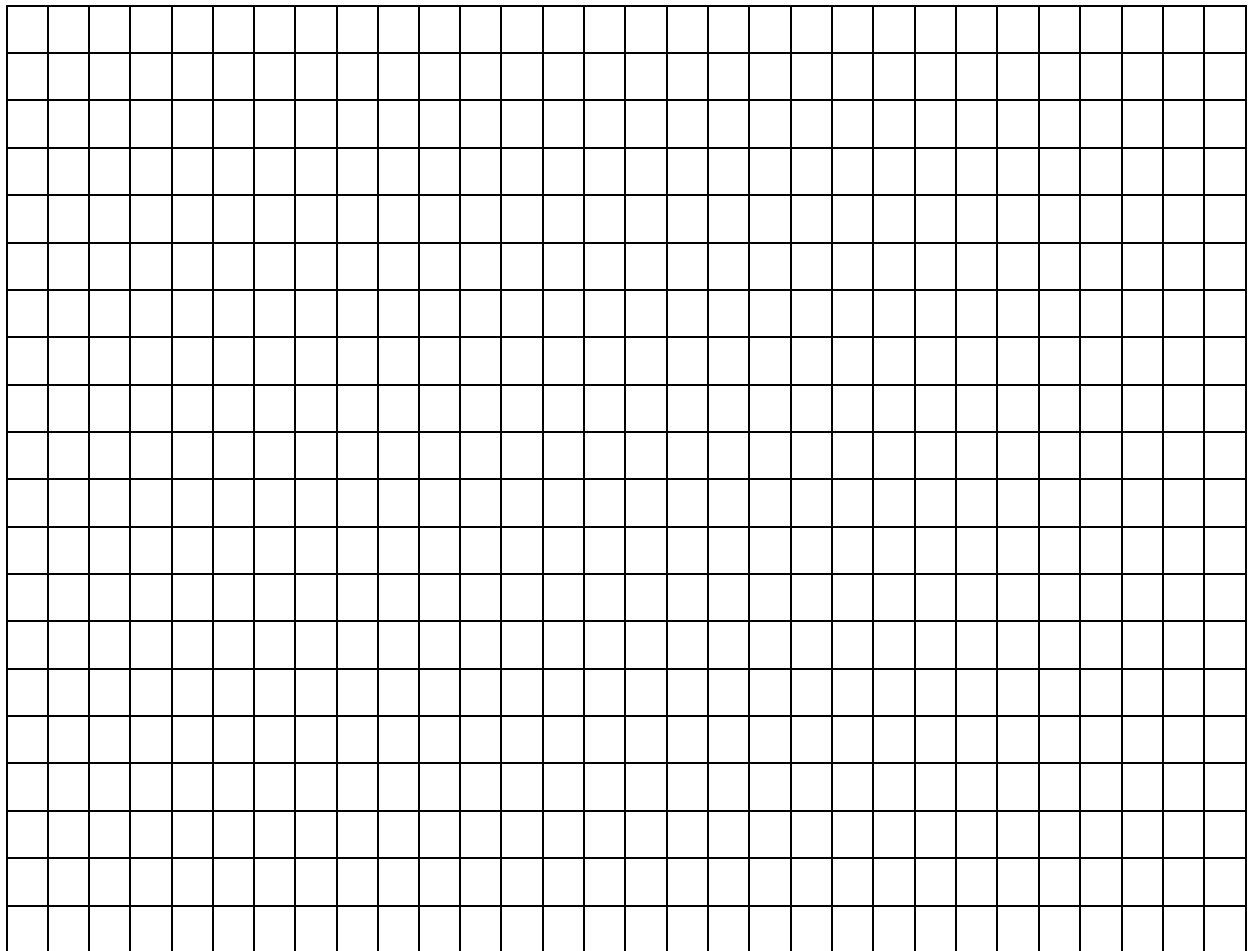
T, К	291	292	293	294	295	296	297
η , Па·с	1,18	1,08	0,987	0,91	0,85	0,78	0,72

$$\eta_T =$$

8. Рассчитайте погрешность измерений по формуле

$$\varepsilon = \frac{|\eta_T - \langle \eta \rangle|}{\eta_T} \cdot 100\% =$$

9. Постройте график зависимости коэффициента динамической вязкости от температуры, отметьте на ней точки, соответствующие минимальному и максимальному значению коэффициента динамической вязкости масла. На этой же оси отметьте точки соответствующие своему теоретическому значению коэффициента динамической вязкости масла при данной температуре и среднее значение.



ВЫВОД: _____

Вопросы для защиты работы:

1) Уравнение Ньютона для внутреннего трения (знать все величины входящие в формулу).

2) Что показывает градиент скорости? В каких единицах он измеряется?

3) Каков физический смысл коэффициента динамической вязкости (единицы измерения)?

4) Уравнение Стокса (знать все величины входящие в формулу).

5) От чего зависит сила трения при движении тел шарообразной формы в вязкой среде?

6) Какие силы действуют на падающий в вязкой среде шарик (рисунок). Укажите вид движения шарика (по траектории, по скорости; в начале и в конце пути)?

7) Какое значение играет вязкость жидкостей в природе и технике? _____

8) Рабочая формула

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Диктант по лекции №4 «Динамика вращательного движения»

Вариант 1	Вариант 2
1. Определение работы, ед. измерения, Формула работы постоянной силы.	1. Формула работы переменной силы.
2. Формула мгновенной мощности.	2. Определение мощности, ед. измерения.
3. Момент сил (определение, формула, ед. измерения).	3. Мощность, выраженная через линейную скорость.
4. Кинетическая энергия (определение)	4. Формула кинетической энергии.
5. Чему равна потенциальная энергия тела, падающего с высоты h ?	5. Потенциальная энергия (определение)

Дата защиты _____
 Начисленные баллы _____
 Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Цель работы: определить абсолютную и относительную влажность воздуха для температуры окружающей среды на время измерения.

Оборудование: психрометр Августа, дистиллированная вода, пипетка, справочные таблицы.

Краткая теория

Процесс перехода жидкости в газообразное состояние называется парообразованием. Парообразование может происходить двумя путями: 1 – испарением (с поверхности жидкости при любой температуре); 2 – кипением (со всего объема жидкости при температуре кипения).

Пар бывает насыщенным и ненасыщенным. Если количество вылетающих из жидкости молекул в единицу времени равно количеству возвращающихся в нее частиц, то такое состояние называется динамическим равновесием пара и жидкости, а пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется насыщенным паром.

Содержание водяного пара в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

Под абсолютной влажностью воздуха понимается физическая величина, численно равная массе водяного пара, содержащегося в единице объема воздуха при данной температуре. Обычно абсолютную влажность выражают в г/м^3 или мм рт. ст. Так как плотность пара и его давление пропорциональны абсолютной температуре, то часто абсолютную влажность называют упругостью (парциальным давлением).

Под относительной влажностью воздуха понимают отношение абсолютной влажности к ее максимальному значению при данной температуре. Относительная влажность выражается в процентах.

Если обозначить относительную влажность через f , абсолютную через e , а максимальную влажность при той же температуре через E , то

$$f = \left(\frac{e}{E} \right) \cdot 100\%. \quad (7.1)$$

Разность между упругостью насыщенного водяного пара E и упругостью e водяного пара, фактически имеющегося в воздухе при той же температуре, называют дефицитом влажности.

$$D = E - e. \quad (7.2)$$

Точка росы τ – температура, при которой находящиеся в воздухе водяные пары становятся насыщенными, т. е. если понижать температуру воздуха, то при τ данный пар будет насыщенным, а при дальнейшем понижении температуры выпадет роса.

Влажность воздуха играет важную роль в жизнедеятельности растений, кроме того, она является одним из параметров, определяющих комфортность условий труда человека. Контроль влажности воздуха и соблюдение ее нормативов снижают потери зерна и готовой продукции. Например, готовые макаронные изделия очень гигроскопичны, поэтому их влажность при хранении не должна быть выше 11%. Если влажность выше 16 %, возникает опасность плесневения. Другой пример: консистенция вафельного теста существенно зависит от влажности и температуры. Необходима минимальная влажность теста, тогда в нем не образуются агрегаты из частиц муки. В виноделии испарение летучих компонентов вина в процессе выдержки происходит, через поры дубовой клепки при этом протекают, диффузионные и капиллярные процессы. Испарение увеличивается с повышением температуры и понижением относительной влажности воздуха.

Влажность воздуха может быть определена многими способами. В нашей работе мы определяем влажность с помощью психрометра Августа.

Психрометр представляет собой два одинаковых термометра, укрепленных на штативе. Один из термометров является влажным. Шарик этого термометра обтянут слоем батиста, который, как фитиль, погружен в стаканчик с дистиллированной водой. Уровень воды должен отстоять на 3 см от шарика термометра.

Если воздух содержит ненасыщенные пары, то показания влажного термометра t_B всегда будут ниже показаний сухого термометра t_C , так как вода, испаряясь, будет понижать его температуру. Разность температур ($t_C - t_B$) подчиняется строгой закономерности, на основании которой составлены психрометрические таблицы, по которым, зная температуры воздуха t_C и t_B , можно найти все параметры влажности.

Ход работы

1. Проверьте состояние прибора и положение батиста, смоченного водой.
2. Запишите показания термометров

$t_C =$ _____ и $t_B =$ _____ .

3. По таблице максимальной упругости водяного пара (см. приложение) запишите значение E , соответствующее t_C .

$$E =$$

4. По психрометрической таблице (см. приложение) найдите относительную влажность

$$f =$$

5. Вычислите абсолютную влажность по формуле

$$e = \frac{f E}{100\%} =$$

6. Вычислите дефицит влажности по формуле

$$D = E - e =$$

7. Найдите точку росы по таблице максимальной упругости водяного пара (см. приложение).

8. Полученные данные внесите в таблицу 7.1.

Таблица 7.1

Показания термометра, °C		Макс. упругость водяного пара, мм. рт. ст.	Отн. влажность, %	Абс. влажность, мм. рт. ст.	Дефицит, мм. рт. ст.	Точка росы, °C
t_C	t_B	E	f	e	D	τ

ВЫВОД: _____

Вопросы для защиты работы:

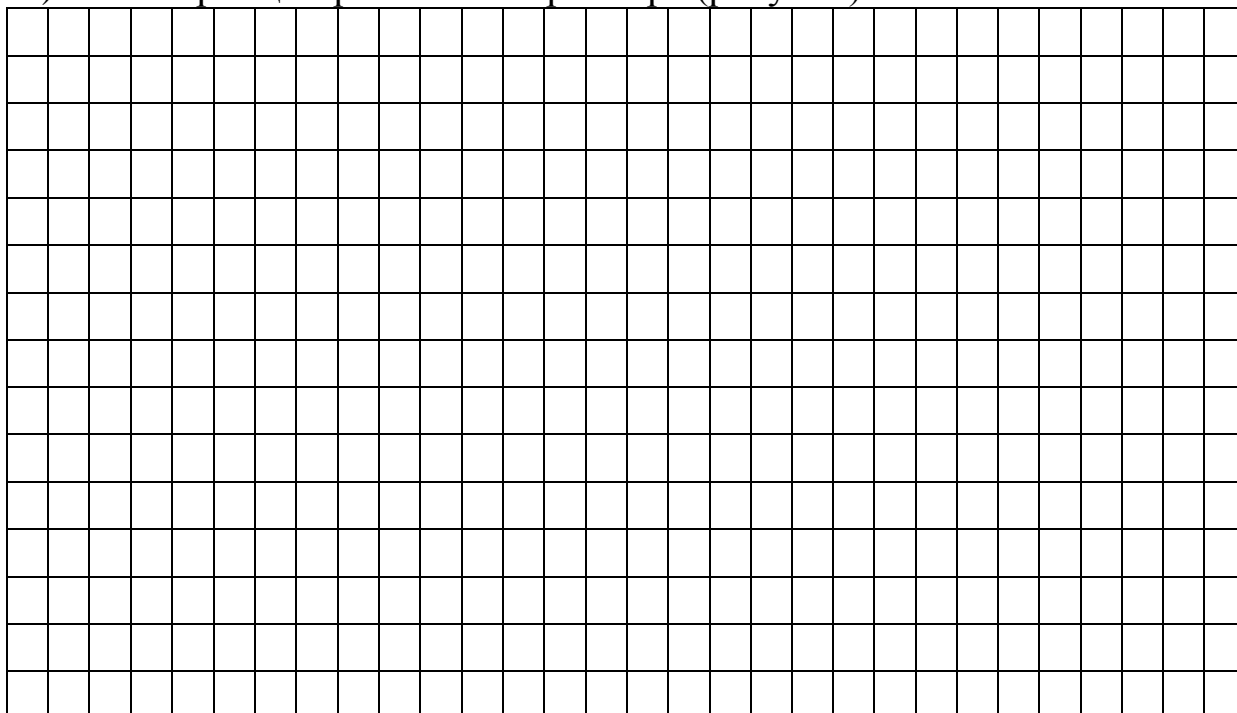
1) Что называется абсолютной влажностью (единицы измерения)?

2) Что называется относительной влажностью?

3) Какой пар называется насыщенным? Его свойства.

4) Как определить точку росы?

5) Принцип работы психрометра (рисунок).



6) В чем разница между кипением и испарением?

7) Какое значение имеет влажность воздуха в природе и при хранении сельхозпродуктов?

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Диктант №5 по лекции «Механические колебания и волны»

1. Какие колебания называют свободными?
2. Какие колебания называют гармоническими?
3. Запишите 5 уравнений гармонических колебаний
4. Какие колебания называют вынужденными?
5. Что такое смещение колебаний?
6. Что такое амплитуда колебаний?
7. Что такое период колебаний?
8. Что такое частота колебаний?
9. Что такое фаза колебаний?
10. Скорость гармонических колебаний (формула, определение).
11. Ускорение гармонических колебаний (формула, определение).
12. Формулы кинетическая и потенциальная энергия гармонических колебаний.
13. Определение гармонический осциллятор. Уравнение движения гармонического осциллятора.
14. Формула периода колебаний физического маятника. Определение физического маятника.
15. Формула периода колебаний математического маятника. Определение математического маятника.
16. Формула периода колебаний пружинного маятника. Определение пружинного маятника.
17. Что такое резонанс?

Дата защиты _____

Начисленные баллы _____

Подпись преподавателя _____

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Цель: построение картины эквипотенциальных поверхностей и силовых линий электростатического поля.

Оборудование: генератор постоянного тока, слабопроводящая пластина с электродами, зонд, стрелочный вольтметр.

Краткая теория

Электрическое поле представляет собой созданную зарядами особую форму материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между заряженными телами. Основными характеристиками электрического поля являются напряженность \vec{E} - векторная величина и потенциал φ - скалярная величина. Напряженность поля \vec{E} - численно равна силе \vec{F} , с которой поле действует на пробный единичный точечный заряд q , помещенный в данную точку поля, и направление которой совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}, \quad \left[\frac{H}{Кл} \right]. \quad (8.1)$$

Электрическое поле изображают системой силовых линий или линий напряженности. Это воображаемые кривые, касательные к которым в любых точках указывают направление вектора напряженности поля в этих точках.

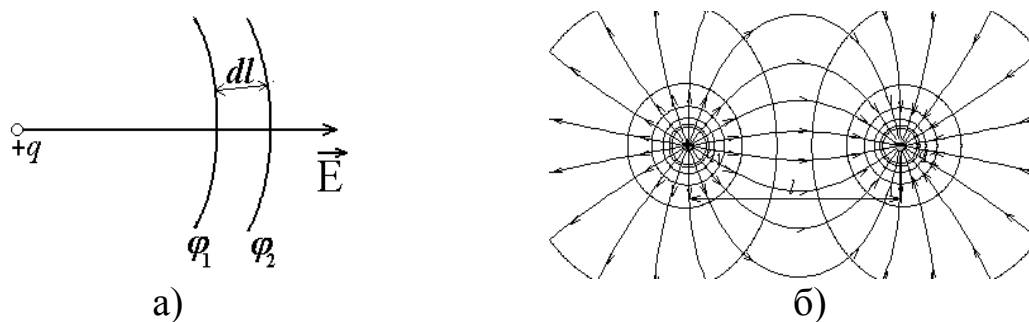


Рис. 8.1

Потенциал φ в данной точке поля численно равен работе, которую совершают силы поля при перемещении единичного положительного заряда из данной точки в бесконечность (в точку, где потенциал поля принимается равным нулю):

$$\varphi = \frac{A}{q}, \quad \left(B = \frac{Дж}{Кл} \right). \quad (8.2)$$

Эта работа совершается за счет убывания потенциальной энергии, которую приобрел заряд, помещенный (действием внешних

сил) в эту точку поля. Таким образом, потенциал есть энергетическая характеристика электрического поля и в СИ выражается в вольтах.

На практике чаще пользуются понятием разности потенциалов между двумя точками электрического поля с потенциалами φ_1 и φ_2 :

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (8.3)$$

Геометрическое место точек, имеющих одинаковые потенциалы, называется эквипотенциальной поверхностью или поверхностью равного потенциала. Графически электрические поля можно изображать также и с помощью эквипотенциальных поверхностей (рис.8.1а). В случае уединенного точечного заряда эквипотенциальные поверхности представляют собой концентрические сферы (рис. 8.1б).

Напряженность и разность потенциалов связаны формулой:

$$E = -\frac{dU}{dl}, \quad \left[\frac{B}{м} \right] \quad (8.4)$$

Знак «-» означает, что напряженность электрического поля направлена в сторону убывания электрического потенциала.

Из формулы (8.4) видно, что каждая точка электрического поля одновременно характеризуется как напряженностью, так и электрическим потенциалом. Первая из этих величин представляет собой вектор, экспериментальное определение которого является трудноосуществимой задачей. Вторая величина является скаляром, и ее легко определить. Поэтому изучение электрического поля, созданного зарядами или заряженными телами, проводят определением напряженности, численно равной разности потенциалов в этих точках. В проводящей среде поле определяется гораздо проще, поэтому при изучении поля пространство между электродами заполняют слабо проводящей средой, например, водопроводной водой, представляющей собою слабый электролит.

Связь потенциала с напряженностью поля в данной точке выражается соотношением

$$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}\varphi, \quad (8.5)$$

где

$$\overrightarrow{\text{grad}}\varphi = \frac{d\varphi}{dx} \vec{i} + \frac{d\varphi}{dy} \vec{j} + \frac{d\varphi}{dz} \vec{k} \quad (8.6)$$

Градиент функции $\varphi(x,y,z)$ есть вектор, направленный в сторону максимального возрастания этой функции, модуль которого равен производной функции φ тому же направлению:

$$\vec{\text{grad}}\varphi = \frac{d\varphi}{dl} \vec{n} \quad (8.7)$$

где $\frac{d\varphi}{dl}$ – производная по направлению, n – единичная нормаль к эквипотенциальной поверхности.

Таким образом, из выражений (8.5) и (8.7) следует, что *вектор напряженности* электростатического поля в каждой точке численно равен быстрой изменению потенциала вдоль силовой линии и направлен в сторону убывания потенциала:

$$\vec{E} = -\frac{d\varphi}{dl} \vec{n} \quad (8.8)$$

Ход работ

Задание. Построение картины линий электростатического поля.

1. Определите координаты точек, имеющих потенциалы:

$\varphi, \text{В}$			
$(x_1; y_1)$			
$(x_2; y_2)$			
$(x_3; y_3)$			
$(x_4; y_4)$			
$(x_5; y_5)$			

2. Нанесите на подготовленную координатную плоскость измеренные точки.

3. Изобразите эквипотенциальные линии трех потенциалов и положение электрода.

4. На картине исследуемого поля покажите несколько силовых линий.

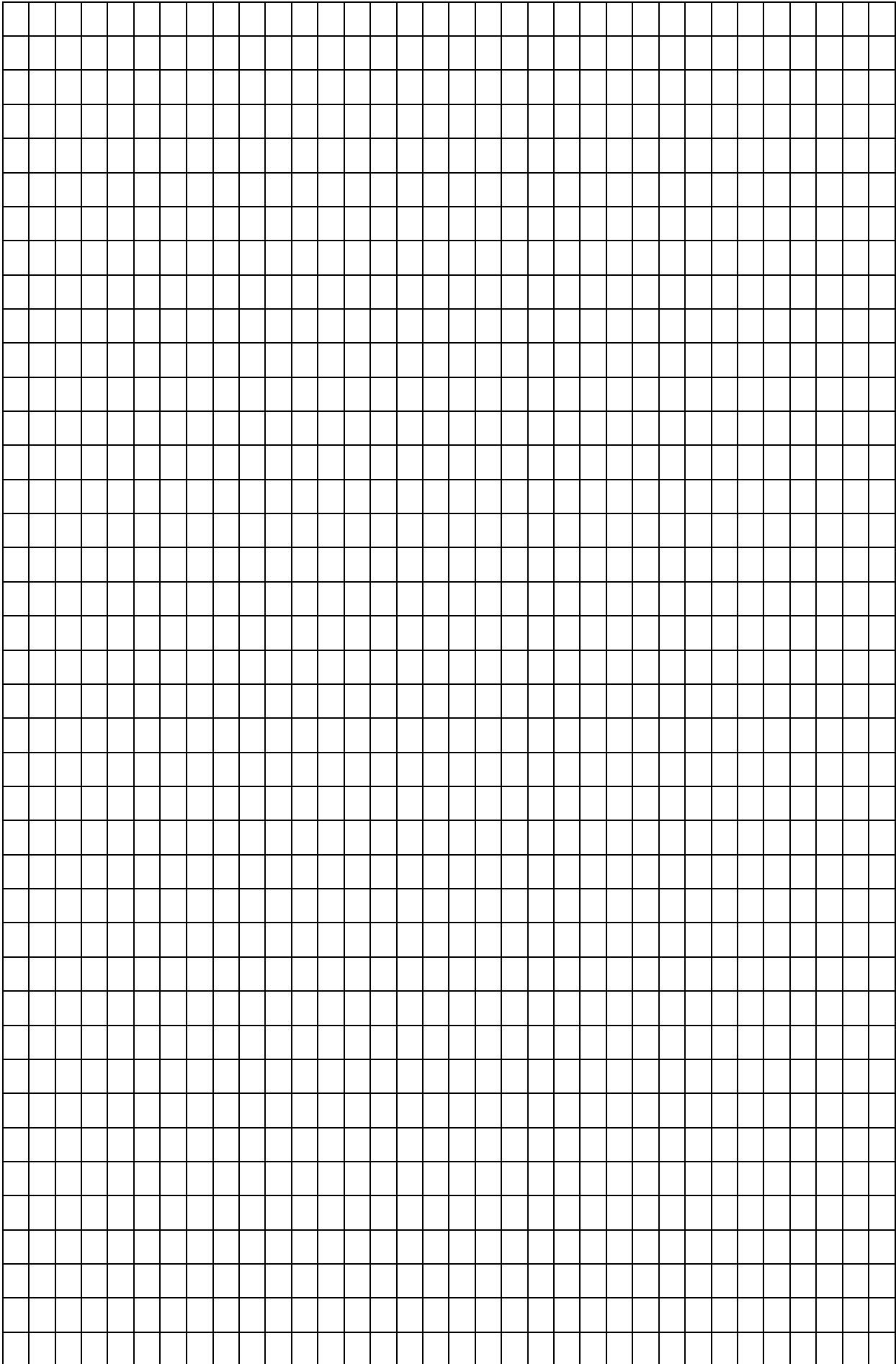
5. Для 3 - 4 точек поля (выбранных в различных местах) рассчитать значение напряженности поля по формуле $E = -\frac{\Delta\varphi}{d}$, где d -

расстояние между двумя эквипотенциальными поверхностями вдоль силовой линии.

$$1) E = -\frac{\Delta\varphi}{d} =$$

$$2) E = -\frac{\Delta\varphi}{d} =$$

$$3) E = -\frac{\Delta\varphi}{d} =$$



ВЫВОД: _____

Вопросы для защиты работы:

1) Что называется электрическим полем?

2) Что называется напряженностью электрического поля (формула, единицы измерения)?

3) Что называется потенциалом электрического поля (формула, единицы измерения)?

4) Что называется эквипотенциальной поверхностью? Каковы ее свойства?

5) Записать формулу связи напряженности и разности потенциалов электрического поля?

6) Схематически изобразите распределение линий напряженности и эквипотенциальных поверхностей на примере положительного и отрицательного зарядов (рисунок)?

7) Каким образом в работе находят напряженность электрического поля, используя картину эквипотенциальных линий?

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

Диктант №6 по лекции «Основы молекулярно-кинетической теории»

Вариант 1	Вариант 2
1. Основные положения молекулярно-кинетической теории газов (МКТ) (перечислить).	1. Какой газ называется идеальным? Основные параметры идеального газа.
2. Основное уравнение МКТ выраженное через кинетическую энергию.	2. Основное уравнение МКТ выраженное через постоянную Больцмана.
3. Какой процесс называется термодинамическим?	3. Изотермический процесс (определение, какому закону подчиняется, график - изотерма)
4. Изобарный процесс (определение, какому закону подчиняется, график - изобара)	4. Изохорный процесс (определение, какому закону подчиняется, график - изохора)
5. Закон Авогадро.	5. Закон Дальтона.
6. Уравнение состояния идеального газа.	6. Абсолютный нуль.

Дата защиты _____

Начисленные баллы _____

Подпись преподавателя _____

Лабораторная работа № 7

ПРОВЕРКА ПРАВИЛ КИРХГОФА

Цель работы: научиться рассчитывать разветвленные цепи.

Оборудование: миллиамперметры, вольтметр, два постоянных сопротивления, переменное сопротивление, источники тока.

Краткая теория

Определение токов и напряжений в сложных разветвленных цепях производится с использованием законов Кирхгофа.

Электрическая цепь – это совокупность устройств и объектов, предназначенных для распределения, взаимного преобразования и передачи электрической энергии. Электрическая цепь состоит из отдельных частей, выполняющих определенные функции и называемые элементами цепи.

Схема цепи – геометрическое изображение соединения схемных элементов, отображающее соединение реальных элементов электрической цепи и ее свойства.

Ветвь электрической цепи – это такой участок цепи, который состоит из последовательно включенных источников ЭДС и сопротивлений, вдоль которого протекает один и тот же ток в любой момент времени.

Узлом разветвленной цепи называется точка, в которой сходится не менее трех проводников, причем токи, входящие в узел, считаются положительными, а выходящие из узла – отрицательными.

Первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узле, равна нулю.

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0. \quad (9.1)$$

Второй закон Кирхгофа: в любом замкнутом контуре, выбранном в разветвленной цепи, алгебраическая сумма произведений сил токов на сопротивления участков контура равна алгебраической сумме ЭДС, входящих в этот контур, т.е.

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (9.2)$$

Чтобы расписать эту сумму, нужно учитывать правило знаков слагаемых. Для этого выбирают направление обхода контура (обычно по часовой стрелке).

Если направление обхода и ток совпадают, то произведение силы тока на сопротивление берется со знаком “+”, в противном случае – со знаком “-”.

Если при обходе контура внутри источника идем от “–” к “+”, то ЭДС берется со знаком “+”, а в противном случае – со знаком “–”.

ЭДС источника измеряется при помощи вольтметра, подключенного к зажимам источника тока при разомкнутой внешней цепи.

Внешние и внутренние сопротивления источников рассчитываются, исходя из закона Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$, отсюда

$$R = \frac{U}{I}, \quad (9.3)$$

и для полной замкнутой цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}, \quad \text{отсюда} \quad r = \frac{\varepsilon - U}{I}. \quad (9.4)$$

Ход работы

Задание 1. Измерение ЭДС источников тока прямым подключением к их клеммам вольтметра.

$$\varepsilon_1 =$$

$$\varepsilon_2 =$$

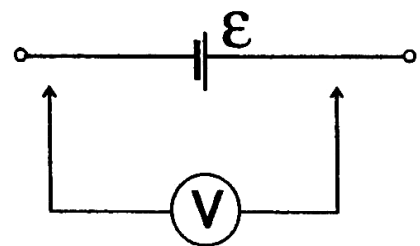


Рис. 9.1

Задание 2. Расчет сопротивлений R_1 , и r_1 .

1. Соберите электрическую схему.

2. Измерьте силу тока I_1 и напряжение U_1 ,

$$I_1 = \quad \quad \quad U_1 =$$

3. Используя законы Ома, рассчитайте R_1 , и r_1 :

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} =$$

$$r_1 = \frac{(\varepsilon_1 - U_1)}{I_1} =$$

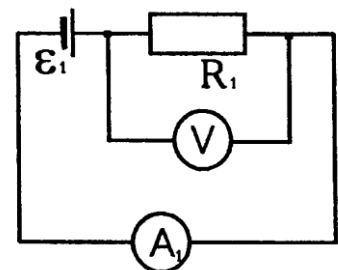


Рис. 9.2

Задание 3. Расчет сопротивлений R_3 , и r_2 .

1. Соберите цепь по схеме.

2. Измерьте ток и напряжение

$$I_3 = \quad \quad \quad U_3 =$$

3. Рассчитайте

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3} =$$

$$r_2 = \frac{(\varepsilon_2 - U_3)}{I_3} =$$

Задание 4. Опытная проверка законов Кирхгофа.

1. Соберите разветвленную электрическую цепь.
2. Измерьте значения сил токов I через сопротивления R_1, R_2, R_3 и напряжения U_2 ,

$$I_1 = \quad \quad \quad I_2 =$$

$$I_3 = \quad \quad \quad U_2 =$$

3. Рассчитайте значение сопротивления

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} =$$

4. Рассчитайте значения, используя данные по сопротивлениям из заданий 2,3. Значения токов только из задания 4.

$$I_1 R_1 = \quad ; \quad I_1 r_1 = \quad ;$$

$$I_2 r_2 = \quad ; \quad I_3 R_3 = \quad ;$$

$$I_2 R_2 =$$

5. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 9.1.

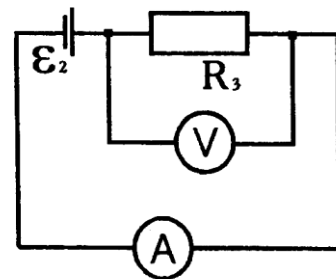


Рис. 9.3

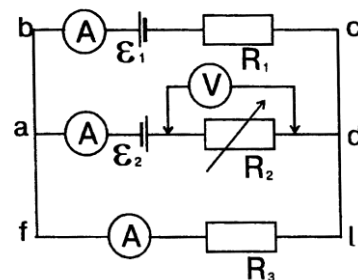


Рис. 9.4

Таблица 9.1

Задание 1		Задание 2		Задание 3		Задание 4								
$\varepsilon_1,$ В	$\varepsilon_2,$ В	$r_1,$ Ом	$R_1,$ Ом	$R_3,$ Ом	$r_2,$ Ом	$R_2,$ Ом	$I_1,$ А	$I_2,$ А	$I_3,$ А	$I_1 R_1,$ В	$I_2 R_2,$ В	$I_3 R_3,$ В	$I_1 r_1,$ В	$I_2 r_2,$ В

6. Запишите первый закон Кирхгофа для узла «а». Подставив значение сил токов, проверьте его.

7. Запишите второй закон Кирхгофа для контуров abcda, adefa, abcdefa, проверьте его выполнение в ваших измерениях.

ВЫВОД: _____

Вопросы для защиты работы:

1. Узлом разветвленной электрической цепи называется

2. Первый закон Кирхгофа (формула, определение, пример)

3. Второй закон Кирхгофа (формула, определение, пример)

4. При обходе контура как выбирается знак произведения IR и знак ЭДС источника тока (рисунок)?

5. Закон Ома для участка и для замкнутой цепи

7. Сила тока, напряжение, сопротивление (формулы, единицы измерения)

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ЛИНЗЫ

Цель работы: определить оптическую силу собирающей и рассеивающей линз.

Оборудование: оптическая скамья, осветитель, собирающая и рассеивающая линзы, линейка, экран.

Краткая теория

Линзой называется прозрачное тело, ограниченное с обеих сторон сферическими поверхностями, или с одной стороны сферической поверхностью, а с другой – плоскостью. Материалом для линз служат стекло, кварц, кристаллы, пластмассы и т. п.

Тонкой называется линза, толщина которой значительно меньше радиусов, ограничивающих ее сферические поверхности. Линза, которая в середине толще, чем у краев, называется выпуклой линзой (рис. 13.1). Линза, которая у краев толще, чем в середине, называется вогнутой линзой.

В оптических приборах применяются линзы со сферическими поверхностями следующей формы (рис. 13.1): 1 – двояковыпуклая, 2 – плосковыпуклая, 3 – вогнуто-выпуклая (радиус выпуклой поверхности меньше, чем радиус вогнутой); 4 – двояковогнутая, 5 – плосковогнутая, 6 – выпукло-вогнутая (радиус вогнутой поверхности меньше, чем радиус выпуклой). Вогнуто-выпуклая и выпукло-вогнутая линзы называются менисковыми и применяются, например, в очках.

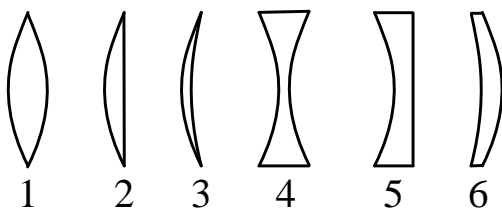


Рис. 13.1

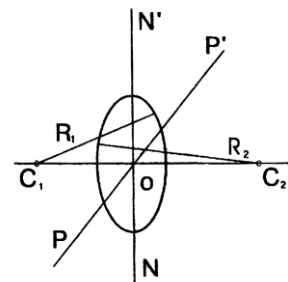


Рис. 13.2

Если R_1 и R_2 – радиусы кривизны сферических поверхностей ограничивающих линзу, то прямая C_1C_2 , проходящая через центры C_1 и C_2 сферических поверхностей линзы, называется главной оптической осью линзы (рис. 13.2). Для всякой линзы существует точка O , называемая оптическим центром линзы, лежащая на главной оптической оси и обладающая тем свойством, что лучи, проходящие через нее, не преломляются. Она лежит на пересечении главной оптической оси со средним сечением NN' линзы. Любая прямая PP' ,

проходящая под углом к главной оси через оптический центр линзы, называется побочной оптической осью.

Линзу можно представить, как совокупность множества призм (рис. 13.3). Тогда становится очевидным, что выпуклая линза отклоняет лучи к оптической оси, а вогнутая – от оптической оси. Поэтому выпуклая линза называется собирающей (линзы 1,2,3 - рис. 13.1), а вогнутая – рассеивающей (линзы 4,5,6 - рис. 13.1).

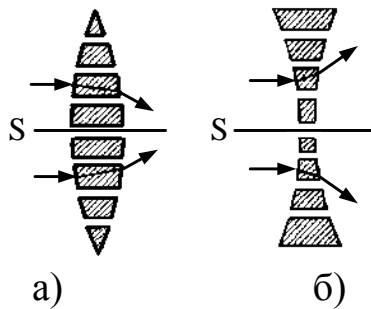


Рис. 13.3

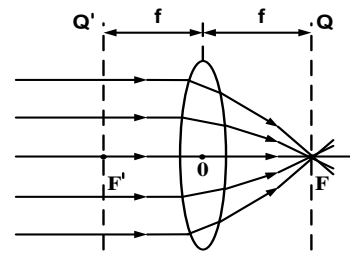


Рис. 13.4

В воздухе или вакууме все лучи, параллельные главной оптической оси выпуклой линзы, после прохождения через нее собираются в точке F на главной оптической оси (рис. 13.4), которая называется главным фокусом линзы, а расстояние $OF = F$ – главным фокусным расстоянием линзы.

В воздухе или вакууме все лучи, параллельные главной оптической оси вогнутой линзы, отклоняются от оптической оси. Продолжения лучей в противоположную сторону сходятся в точке F на главной оптической оси (рис. 13.5). Эта точка называется главным фокусом рассеивающей линзы. Он мнимый, так как в действительности лучи света в нем не собираются.

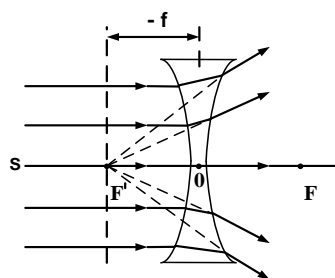


Рис. 13.5

Для построения изображения каждой точки предмета необходимо взять минимум два луча: 1 – луч, идущий параллельно главной оптической оси, после преломления в линзе проходит через фокус; 2 – луч, проходящий через оптический центр, не преломляется (рис. 13.6).

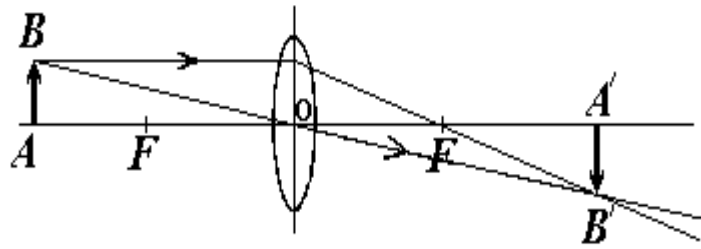


Рис. 13.6

Связь между расстояниями от оптического центра линзы до предмета $AO = d$ и изображения $OA' = f$, и ее главным фокусным расстоянием F определяется формулой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (13.1)$$

Решая уравнение относительно главного фокусного расстояния, получим

$$F = \frac{d \cdot f}{d + f}. \quad (13.2)$$

Величины d и f определяются на основе оптических измерений согласно оптической схеме рис. 13.6.

Величина, обратная фокусному расстоянию, называется оптической силой линзы:

$$D = \frac{1}{F} = (N - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \quad N = \frac{n_2}{n_1}, \quad (13.3)$$

где R_1 и R_2 – радиусы кривизны линзы, N – относительный оптический показатель преломления, n_1 – абсолютный показатель преломления среды, n_2 – абсолютный показатель преломления вещества линзы.

Оптическая сила выражается в диоптриях (дптр), $1 \text{ дптр} = 1/\text{м}$. Рассеивающие линзы дают мнимое изображение. Их фокусное расстояние и оптическая сила – величины отрицательные.

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}. \quad (13.4)$$

Потому вышеуказанный способ определения фокусных расстояний для них непригоден. В таких случаях собирают оптическую систему из двух линз – собирающую с фокусным расстоянием F_C и рассеивающую с фокусным расстоянием F_P , причем $F_C < F_P$. Такая комбинация будет выполнять роль собирающей линзы с главным фокусным расстоянием $F_{СИСТ}$, определяемым по формуле:

$$\frac{1}{F_{СИСТ}} = \frac{1}{F_C} + \frac{1}{F_P}, \quad (13.5)$$

Отсюда следует:

$$D_{СИСТ} = D_C + D_P, \quad (13.6)$$

$$D_P = D_{СИСТ} - D_C, F_P = \frac{1}{D_P}. \quad (13.7)$$

Ход работы

1) На оптической скамье установите собирающую линзу. Перемещая линзу, на экране добейтесь четкого увеличенного изображения предмета (предмет располагается на расстоянии, большем фокусного расстояния) и измерьте расстояние

$$d_1 = \quad \text{и} \quad f_1 = \quad .$$

2) Рассчитайте значение фокусного расстояния линзы.

$$F_1 = \frac{d_1 \cdot f_1}{d_1 + f_1} =$$

3) Перемещая линзу, получите на экране четкое уменьшенное изображение предмета, измерьте расстояния

$$d_2 = \quad \text{и} \quad f_2 = \quad .$$

4) Рассчитайте фокусное расстояние линзы.

$$F_2 = \frac{d_2 \cdot f_2}{d_2 + f_2} =$$

5) Определите по полученным данным среднее значение фокусного расстояния и рассчитайте оптическую силу собирающей линзы.

$$\langle F \rangle_C = \quad ,$$

$$D_C =$$

6) Вместе с собирающей установите рассеивающую линзу, получив систему линз, и повторите те же измерения и расчеты, что и с собирающей линзой.

$$f_3 = \quad d_3 =$$

$$F_3 =$$

$$f_4 = \quad \quad \quad d_4 =$$

$$F_4 =$$

$$\langle F \rangle_{\text{сист}} =$$

$$D_{\text{сист}} =$$

7) Рассчитайте оптическую силу и фокусное расстояние рассеивающей линзы.

$$D_P = \quad \quad \quad ,$$

$$\langle F \rangle_P =$$

8) Результаты измерений и расчеты занесите в таблицу 13.1.

Таблица 13.1

Изображение предмета	$d, \text{м}$	$f, \text{м}$	$F, \text{м}$	$\langle F \rangle, \text{м}$	$D, \text{дптр}$
1. Собирающая:					
увеличенное					
уменьшенное					
2. Система линз:					
увеличенное					
уменьшенное					

ВЫВОД: _____

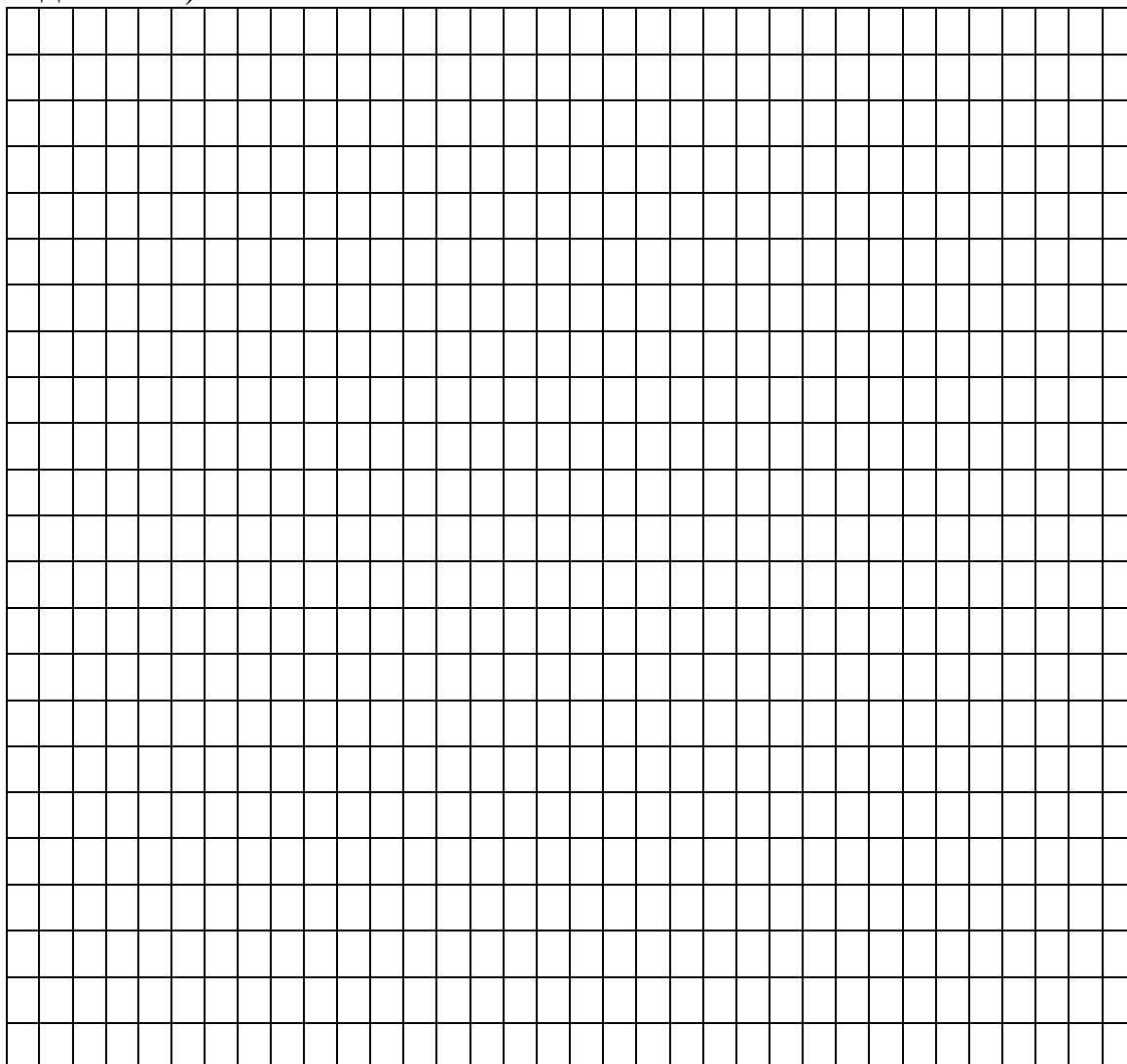
Вопросы для защиты работы:

1) Что называется линзой, главной оптической осью, фокусом линзы? Где он находится?

2)Формула линзы?

3)Оптическая сила линзы (формула, единицы измерения).

4)Построение изображения предметов в линзе (по заданию преподавателя).



5) Зависит ли фокусное расстояние линзы от среды, в которой она находится?

6) Какое практическое применение находят линзы?

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ РЕФРАКТОМЕТРА

Цель работы: определить показатель преломления жидкости рефрактометрическим методом.

Оборудование: рефрактометр, дистиллированная вода, исследуемая жидкость.

Краткая теория

Луч света, переходя из одной среды в другую, преломляется, отклоняясь от своего первоначального направления. Это явление преломления света называется рефракцией.

Закон преломления читается так: падающий луч, преломленный луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости; отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления β есть величина постоянная для двух данных сред и равна отношению скорости света в первой среде к скорости света во второй среде (рис. 14.1) и обратно пропорциональна отношению оптических показателей преломления двух сред:

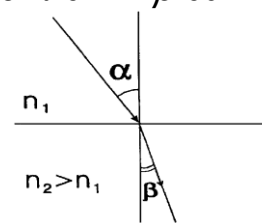


Рис. 14.1

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}, \quad (14.1)$$

$$v_1 = \frac{c}{n_1} \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{c}{n_2},$$

где c – скорость света в вакууме, а n_1, n_2 – безразмерные величины, называемые абсолютными показателями преломления первой и второй сред.

Абсолютный показатель преломления (или просто показатель преломления) является важной оптической характеристикой среды: он показывает, во сколько раз скорость света в данной среде меньше скорости света в вакууме. Учитывая это, закон преломления света можно записать в виде:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}, \quad (14.2)$$

где $n_{2,1}$ – относительный показатель преломления второй среды относительно первой.

Из двух сред, имеющих различные показатели преломления, среда с меньшим показателем называется оптически менее плотной, а среда с большим показателем – оптически более плотной. Если свет

проходит из оптически более плотной среды (n_2) в оптически менее плотную среду (n_1), например, из стекла в воду, то согласно закону преломления (14.2) угол α будет меньше угла β (рис. 14.2).

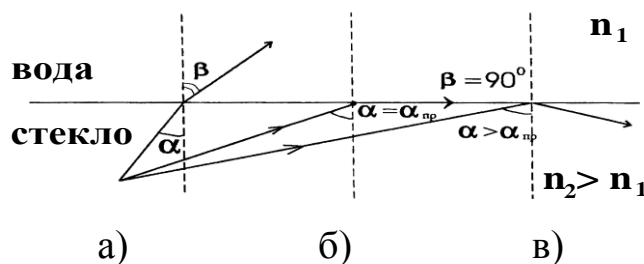


Рис. 14.2

Поэтому, при некотором угле падения $\alpha = \alpha_{np}$ угол преломления β окажется равным 90° , т. е. преломленный луч будет скользить вдоль границы раздела сред, не входя во вторую среду (рис. 14.2а). Угол α_{np} называется предельным углом полного внутреннего отражения. При $\alpha > \alpha_{np}$ свет полностью отражается в первую среду (рис. 14.2в). Это явление называется полным внутренним отражением света. Согласно формуле (14.2)

$$\frac{\sin \alpha_{np}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_1}{n_2}, \quad (14.3)$$

откуда

$$\sin \alpha_{np} = \frac{n_1}{n_2}, \quad (14.4)$$

Предельным углом преломления β_{np} называется такой угол преломления, которому соответствует угол падения α_m , стремящийся к 90° . Эта ситуация также изображена на рис. 14.2, если направление лучей света обратить на противоположные.

Оптический прибор, в основу конструкции которого положен метод определения показателя преломления исследуемой жидкости по предельному углу преломления или углу полного внутреннего отражения, называется рефрактометром (рис. 14.3).

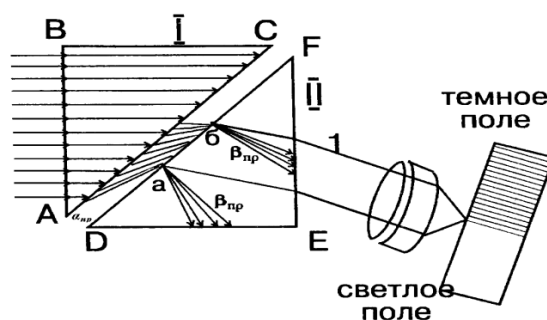


Рис. 14.3

Согласно формуле (14.2) при $\alpha = 90^0$ имеем: $\frac{\sin 90^0}{\sin \beta_{np}} = \frac{n_2}{n_1}$, отсюда

получаем соотношения:

$$\sin \beta_{np} = \frac{n_1}{n_2}, \text{ а } n_1 = n_2 \sin \beta_{np}. \quad (14.5)$$

Ход работы

Задание: *Исследуйте зависимость показателя преломления раствора от его концентрации.*

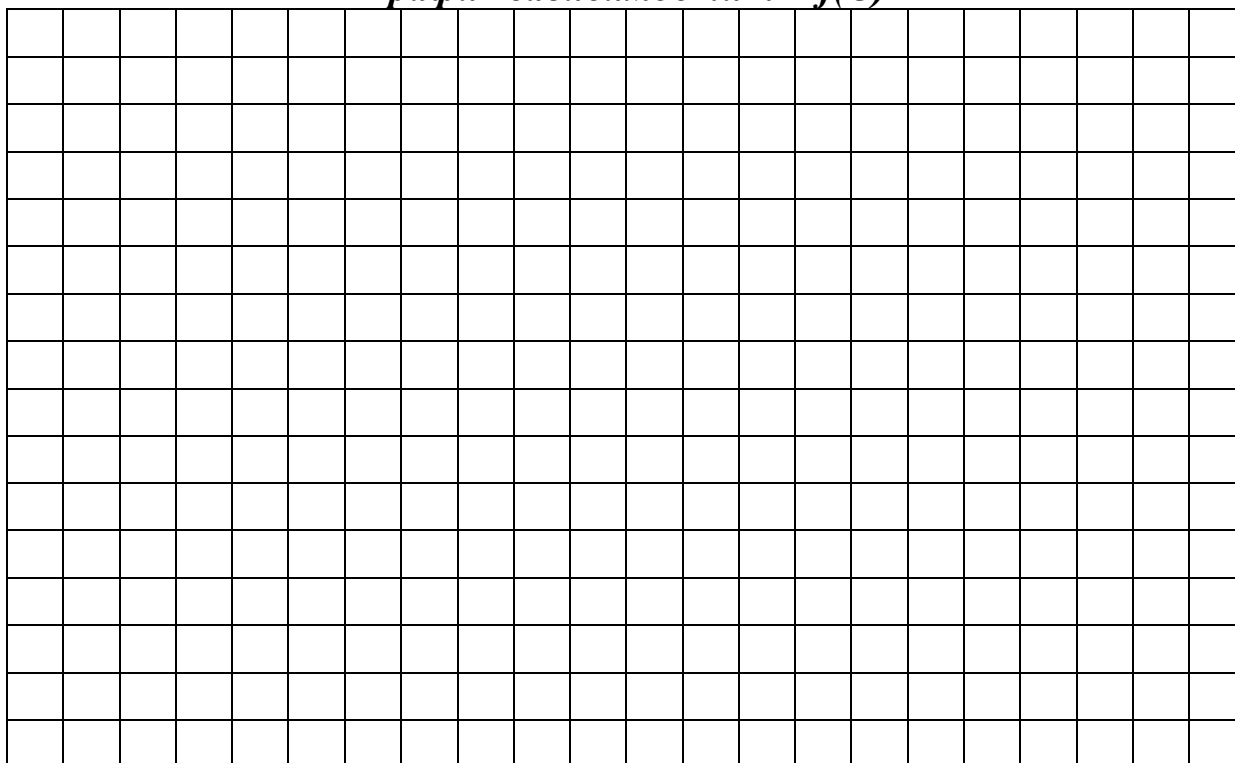
1. С помощью рефрактометра определите показатели преломления растворов различных концентраций.
2. Результаты измерений занесите в таблицу 14.1.

Таблица 14.1

<i>C, %</i>					
<i>n</i>					

1. Изобразите графически зависимость $n = f(C)$

График зависимости $n = f(C)$



4. По наклону полученного графика определите удельный показатель преломления исследованного раствора жидкости.

ВЫВОД: _____

Вопросы для защиты работы:

1) Закон преломления света

2) Абсолютный показатель преломления (формула, определение)

3. Относительный показатель преломления (формула, определение)

4. Явление полного внутреннего отражения, предельный угол полного внутреннего отражения

5. Что такое рефрактометр, объясните принцип его работы

6. Изобразите схему оптического хода лучей в рефрактометре:

Дата защиты _____

Количество баллов _____

Подпись преподавателя _____

ГЛАВА 2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКОМУ И ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАНЯТИЯМ

Подготовка к практическим и лабораторным занятиям состоит из нескольких этапов.

1. Предварительное планирование. Рассматривая тему занятия, его вид, содержание плана и объем работы необходимо составить ориентировочный план своей подготовки. Он носит по форме произвольный характер, то можно рекомендовать и такую его форму:

№ п/п	Содержание работы по теме	Методика подготовки	Время

2. Повторение изученного по теме материала, для чего используются конспекты лекций и рекомендованная литература.

3. Углубление знаний по теме. Этот этап должен включать рабочие записи по каждому пункту плана. Отдельно стоит выписать неясные вопросы, незнакомую терминологию. Лучше всего это делать на полях или свободной странице конспекта лекций, а уточнение возможно на консультации или при помощи справочной литературы (словари, энциклопедические издания и т.п.).

4. Заключительный этап. Он включает составление развернутого плана-отчета или выступления по особенностям каждого вида практических занятий. Только после этого можно считать, что вы готовы к выполнению упражнения, отработке лабораторных заданий и т.п.

Главная цель лабораторных работ – осуществить связь теоретических положений с практикой, экспериментальная проверка этих положений, знакомство с оборудованием и выработка навыков работы с ним, уяснение методики научных исследований. Проводятся лабораторные работы, как правило, по подгруппам (12-15 человек). Кроме достижения главной цели, в ходе лабораторных работ решаются и другие задачи. Это, в частности, изучение инструкций, содержащих и теоретическую информацию, и конкретные практические задания.

При подготовке к лабораторным работам необходимо ознакомиться с методическими указаниями той работы, которая значится в графике учебного процесса, и изучить: цель работы, содержание работы, оборудование рабочего места, правила техники безопасности, общие сведения о процессах и режимах установки, порядок выполнения работы и обработку опытных данных, подготовить отчет о выполненной работе, сделать вывод.

НАПИСАНИЕ РЕФЕРАТОВ И ДОКЛАДОВ

Реферат – краткая запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках, которая требует умения сопоставлять и анализировать различные точки зрения. Реферат – одна из форм интерпретации исходного текста или нескольких источников. Поэтому реферат, в отличие от конспекта, является новым, авторским текстом. Новизна в данном случае подразумевает новое изложение, систематизацию материала, особую авторскую позицию при сопоставлении различных точек зрения.

Структура реферата:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление/содержание с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- 3) введение;
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;
- 5) заключение (выводы);
- 6) список использованной литературы;
- 7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата). Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание.

Реферат оценивается научным руководителем исходя из установленных кафедрой показателей и критериев оценки реферата.

Защита реферата – одна из форм проведения итоговой аттестации студентов.

1. Требования к оформлению титульного листа

Вверху страницы указывается название учебного заведения, в центре – тема реферата, ниже темы справа – Ф.И.О. студента, курс, Ф.И.О. преподавателя, внизу – город и год написания.

2. Оглавление/Содержание

Следующим после титульного листа должно идти *оглавление (содержание)*. Реферат следует составлять из четырех основных частей: введение, основной части, заключения и списка литературы.

3. Основные требования к введению

Введение должно включать в себя краткое обоснование актуальности темы реферата, которая может рассматриваться в связи с невыясненностью вопроса в науке, с его объективной сложностью для изучения, а также в связи с многочисленными теориями и спорами, которые вокруг нее возникают. В этой той части необходимо также показать, почему данный вопрос может представлять научный интерес и какое может иметь практическое значение. Таким образом, тема реферата

должна быть актуальна либо с научной точки зрения, либо из практических соображений.

Очень важно выделить цель (или несколько целей), а также задачи, которые требуется решить для реализации цели. Например, целью может быть показ разных точек зрения на ту или иную личность, а задачами могут выступать описания ее личных качеств с позиции ряда авторов, освещение ее общественной деятельности и т.д. обычно одна задача ставится на один параграф реферата.

Введение должно содержать также краткий обзор изученной литературы, в котором указывается взятый из того или иного источника материал, анализируются его сильные и слабые стороны. Объем введения составляет две-три страницы текста.

4. Требования к основной части реферата

Основная часть реферата содержит материал, который отобран студентом для рассмотрения проблемы. Средний объем основной части реферата 5-10 страниц. Преподавателю при рецензии, а студенту при написании необходимо обратить внимание на обоснованное распределение материала на параграфы, умение формулировать их название, соблюдение логики изложения.

Основная часть реферата, кроме содержания, выбранного из разных литературных источников, также должна включать в себя собственное мнение обучающегося и сформулированные самостоятельные выводы, опирающиеся на приведенные факты.

5. Требования к заключению

Заключение – часть реферата, в которой формулируются выводы по параграфам, обращается внимание на выполнение поставленных во введении задач и целей (или цели). Заключение должно быть четким, кратким, вытекающим из основной части. Объем заключения – 1-2 страницы.

6. Основные требования к списку изученной литературы

Источники должны быть перечислены в алфавитной последовательности (по первым буквам фамилий авторов или по названиям сборников). Необходимо указать место издания, название издательства, год издания, ссылку в тексте выделить квадратными скобками.

7. Требования к оформлению реферата

Оформление реферата производится в соответствии с требованиями, предъявляемыми к его структуре. Каждая часть начинается с новой страницы.

Каждая страница нумеруется внизу листа по центру. Счет-нумерация ведется с титульного листа, на котором цифры не

проставляются. Страница должна иметь поля слева - не менее 3 см, справа – не менее 1,5 см, снизу и сверху – 2,5 см.

Абзац в тексте реферата выставляйте в настройках 1,25 см., (выделите весь текст, по выделенному правой кнопкой мышки - Абзац... "первая строка" на 1,25 см., интервал - перед: 0 пт., после: 0 пт., междустрочный: 1.5 строки). Шрифт Times New Roman 14 пт. Текст выравнивается по ширине.

Заголовки по всему тексту должны быть выполнены в едином стиле. Заголовки одного уровня набирают одним шрифтом одного размера.

Перед знаками препинания (кроме тире) не может быть пробела. После знака препинания пробел обязателен. Следует помнить, что нарушение этого правила считается ошибкой.

В конце заголовков точка не ставится.

Перед заголовком и после рекомендуется вставлять пустую строку.

Таблицы, рисунки, схемы, чертежи, графики, имеющиеся в тексте должны иметь сквозную нумерацию. Приложения, если в них есть необходимость, вставляются в реферат после списка литературы, причем каждое следующее приложение необходимо начинать с нового листа.

В тексте не допускается сокращение названий, наименований (за исключением общепринятых аббревиатур).

9. Процедура защиты реферата

Важно, чтобы защищающий реферат в течение 5-10 минут мог рассказать о его актуальности, поставленных целях и задачах, изученной литературе. Структуре основной части, сделанные в ходе работы выводы. Таким образом, совершается отход от механического пересказа реферата к научному обоснованию проблемы, после чего задаются вопросы по представленной проблеме. Защита сопровождается презентацией.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Агрофизика, как наука.
2. Естественнонаучные знания и роль физики в ней.
3. Проявление физических законов в мире
4. Физические законы, доказывающие материальность мира.
5. Движение как форма существования материи.
6. Механическое движение и его относительность.
7. Законы Ньютона и суперпозиция сил.
8. Проявление закона сохранения импульса в природе и технике.
9. Закон сохранения импульса и реактивное движение. Роль К.Э. Циолковского в развитии космонавтики.
10. Виды кинетической энергии. Примеры проявления в природе и технике.
11. Гармонические колебания в природе.
12. Вынужденные колебания и явление резонанса в живых организмах.
13. Математический маятник и его использование в технике.

14. Звуковые волны в различных средах.
15. Влияние шума на растения и живые организмы.
16. Механические явления в природе (приливы и отливы, растрескивание почвы, разрушение и т.д.).
17. Влияние деятельности человека на природу Земли (обработка почвы, эрозия почвы, пыльные бури).
18. Физические основы землетрясений (разрушение зданий, деформация почвы и др.).
19. Строение и свойства кристаллов (механические свойства).
20. Физические основы образования и перемещения бурь, смерчей и ураганов.
21. Полезная и вредная роль резонанса в технике.
22. Образование приливов и отливов океана на сушу (действие Луны, закон Всемирного тяготения).
23. Использование деформации в технике.
24. Использование вращательного движения для переработки с/х продукции (мельницы, жернова, полив полей (вертушки). Описать принцип действия тех или иных механизмов).
25. Использование вибрации в технике (полезная и вредная роль).
26. Физические основы атмосферы Земли.
27. Влияние колебаний разной частоты на биологические объекты. Резонанс.
28. Влияние озона на токсичность и микрофлору семян сельскохозяйственных культур, зерна и продуктов их переработки.
29. Влияние озона на посевные и урожайные качества семян сельскохозяйственных культур и токсичность зерна.
30. Влияние ультрафиолетового излучения на орган зрения человека.
31. Влияние физических факторов на токсичность и микрофлору семян сельскохозяйственных культур, зерна и продуктов их переработки.
32. Внутренний фотоэффект в полупроводниках.
33. Воздействие электрических полей на биологические объекты.
34. Волновая оптика.
35. Волновые свойства микрочастиц.
36. Волоконная оптика: открытие явления, физическая основа принципа действия, применение.
37. Второе начало термодинамики (Промышленная революция и развитие теории теплоты. Теплота и работа. Цикл Карно и его КПД. Энергия).
38. Вывод уравнения Шрёдингера.
39. Газовые лазеры.
40. Гамма-излучение.
41. Генератор электроэнергии на броуновском движении.
42. Геометрическая оптика.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ставропольский государственный аграрный университет»

КАФЕДРА ФИЗИКИ

РЕФЕРАТ

**по дисциплине физика на тему:
«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ В ТЕХНИКЕ»**

Выполнил: студент ___ группы ___ курса
_____ факультета

Ф.И.О.

_____ 202__ г.

Проверил: кандидат с.-х. наук, доцент
Любая Светлана Ивановна

Ставрополь, 20__ г.

Перечень основных таблиц физических величин

Основные и дополнительные единицы СИ

Величина	Наименование	Обозначение
Основные		
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Термодинамическая температура		
Сила света	кельвин	К
Количество вещества	кандела	кд
	моль	моль
Дополнительные		
Плоский угол	радиан	рад
Телесный угол	стерадиан	ср

Множители и приставки для образования десятичных, кратных и дольных единиц и их наименования.

Множитель	Приставка		
	Наименование	Обозначение	
		Русское	Международное
10^{18}	экса	Э	E
10^{15}	пета	П	P
10^{12}	тера	Т	T
10^9	гига	Г	G
10^6	мега	М	M
10^3	кило	к	k
10^2	гекто	г	h
10^1	дека	да	da
10^{-1}	деци	д	d
10^{-2}	санти	с	c
10^{-3}	милли	м	m
10^{-6}	микро	мк	μ
10^{-9}	нано	н	n
10^{-12}	пико	п	p
10^{-15}	фемто	ф	f
10^{-18}	атто	а	a

Основные физические константы

Скорость света в вакууме	$c = 299792458$ м/с
Постоянная Авогадро	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Молярная газовая постоянная	$R = 8,31$ Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Элементарный заряд	$e = 1,601892 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
Удельный заряд электрона	$e/m_e = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг
Масса покоя протона	$m_p = 1,007276470$ а.е.м.
Масса покоя нейтрона	$m_n = 1,008665012$ а.е.м.
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 10^{-9}/36\pi$ Ф/м $\approx 8,84$ Ф/м
Магнитная постоянная	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м $\approx 12,57 \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Стефана-Больцмана	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м ² ·К ⁴)
Постоянная смещения Вина	$b = 2,9 \cdot 10^{-3}$ м·К
Постоянная Планка	$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Число «пи»	$\pi = 3,14159\dots$
Основание натуральных логарифмов	$e = 2,71828\dots$
Связь десятичного и натурального логарифмов	$\ln a \approx 2,3 \lg a; \quad \lg a \approx 0,43 \ln a$

Плотность вещества, кг/м³ (t = 20 °С)

Алюминий	2700	Керосин	820
Бензин	680-720	Глицерин	1284
Никель	8900	Лед при 0°С	917
Латунь (70% Cu, 30% Zn)	8400-8700 8520	Масло касторовое	960
Олово	7300	Золото	19300
Вода при 4 °С	1000	Медь	8930
Воздух при нормальных условиях	1,29	Сталь	7700-7900
Дерево сухое: Береза	600-800	Ртуть	13546
Дуб	700-1000	Свинец	11342
Тополь	300-500		
Железо	7870	Спирт этиловый	789

Греческий алфавит

Печатная буква	Название	Печатная буква	Название
Αα	альфа	Νν	ню
Ββ	бета	Ξξ	кси
Γγ	гамма	Οο	омикрон
Δδ	дельта	Ππ	пи
Εε	эпсилон	Ρρ	ро
Ζζ	дзэта	Σσς	сигма
Ηη	эта	Ττ	тау
Θθ	тэта	Υυ	ипсилон
Ιι	йота	Φφ	фи
Κκ	каппа	Χχ	хи
Λλ	лямбда	Ψψ	пси
Μμ	мю	Ωω	омега

Динамическая вязкость некоторых веществ, Па · с

Вода (0 ⁰ С)	0,001787
(20 ⁰ С)	0,001005
(100 ⁰ С)	0,00028
Воздух (0 ⁰ С)	0,0000181
Глицерин (20 ⁰ С)	1,5
Жир рыбий (20 ⁰ С)	0,046
Кровь (20 ⁰ С)	0,005
Масло касторовое (20 ⁰ С)	0,970
Молоко (20 ⁰ С)	0,0018
Спирт этиловый (0 ⁰ С)	0,001773
(20 ⁰ С)	0,0012

Вязкость водного раствора глицерина, Па · с

t, ⁰ С	60 %	80 %	95 %	100 %
20	0,011	0,062	0,545	1,499
25	0,008	0,045	0,366	0,945
30	0,007	0,034	0,248	0,624

Таблица зависимости от температуры вязкости касторового масла

T, К	283	284	285	286	287	288	289	290
η, Па·с	2,44	2,25	2,05	1,85	1,70	1,55	1,42	1,30

T, К	291	292	293	294	295	296	297
η, Па·с	1,18	1,08	0,987	0,91	0,85	0,78	0,72

Модуль Юнга некоторых веществ ($p=0,1$ мПа, $t=20^0\text{C}$)

Вещество	Модуль Юнга $\times 10^{10}$ Па	Вещество	Модуль Юнга $\times 10^{10}$ Па
Алюминий	7,05	Медь	12,98
Олово	5,43	Никель	20,4
Железо	21,2	Свинец	1,62
Латунь (70% Cu, 30% Zn)	9,7-10,2	Сталь	20,9

Поверхность натяжения различных жидкостей на границе
«жидкость-воздух» при 20^0C , Н/м

Белок куриного яйца	0,053	Масло касторовое	0,0364
Бензол	0,03	Молоко	0,042-0,046
Вода при 0^0C	0,0756	Раствор мыла	0,04
Вода при 20^0C	0,0726	Ртуть	0,05
Бром	0,0442	Скипидар	0,026
Кровь	0,058	Спирт этиловый	0,022

Максимальная упругость водяного пара
при различных температурах

^0C	Е, мм. рт. ст.	^0C	Е, мм. рт. ст.	^0C	Е, мм. рт. ст.
0	4,6	13	11,2	26	25,2
1	4,9	14	12,0	27	26,7
2	5,3	15	12,8	28	28,4
3	5,7	16	13,6	29	30,0
4	6,1	17	14,5	30	31,8
5	6,5	18	15,5	31	33,7
6	7,0	19	16,5	32	35,7
7	7,5	20	17,5	33	37,7
8	8,0	21	18,6	34	39,9
9	8,6	22	19,8	35	42,2
10	9,2	23	21,1	36	44,6
11	9,8	24	22,4	37	47,1
12	10,5	25	23,8	38	49,7

Психрометрическая таблица

Показ. сухого терм. °С	Разность показаний термометров, °С																					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	11,5
	Относительная влажность, %																					
5	91	83	75	66	58	50	42	34	26	19												
6	92	84	76	67	60	52	45	37	30	22	15											
7	92	84	77	69	62	54	47	40	33	26	19											
8	92	85	78	70	63	56	49	42	36	29	22	16										
9	93	86	79	71	65	58	51	45	38	32	25	19										
10	93	86	79	73	66	60	53	47	41	34	28	22	16									
11	93	87	80	74	67	61	55	49	43	37	31	26	20									
12	93	87	81	75	69	63	57	51	45	40	34	28	23	18								
13	94	88	82	76	70	64	58	53	47	42	36	31	26	20								
14	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	39	33	28	23	18							
15	94	88	83	77	72	66	61	56	51	46	41	36	31	26	21	18						
16	94	89	83	78	73	68	63	57	52	48	43	38	33	29	24	20						
17	95	89	84	79	74	69	64	59	54	49	45	40	35	31	27	22	19					
18		90	84	79	74	70	65	60	55	51	47	42	37	33	29	24	21	17				
19		90	85	80	75	70	66	61	57	52	48	44	39	35	31	27	23	19				
20		90	85	81	76	71	67	63	58	54	50	45	41	37	33	29	25	22	18			
21		90	85	81	77	72	68	64	59	55	51	47	43	39	35	31	28	24	21	17		
22		91	85	82	77	73	69	64	61	56	52	48	44	41	37	33	30	26	23	19		
23		91	86	86	78	74	70	65	62	58	54	50	46	42	39	35	32	28	25	21	18	
24		91	87	87	78	74	70	66	62	59	55	51	48	44	40	37	33	30	27	24	20	
25		91	87	83	79	75	71	67	63	60	56	52	49	45	42	38	35	32	29	26	22	19

ЛИТЕРАТУРА

а) основная литература:

1. ЭБС "Znanium" Ильюшонок, А. В. Физика : учеб. пособие / А. В. Ильюшонок [и др.]. - Москва : Минск : ИНФРА-М : Новое знание, 2013. - 600 с. - (Гр. Республики Беларусь).
2. ЭБС "Znanium" Хавруняк, В. Г. Курс физики : учеб. пособие / В. Г. Хавруняк. - Москва : ИНФРА-М, 2014. - 400 с. - (Гр. НМС).
3. ЭБС "Znanium": Канн К. Б. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с.
4. ЭБС "Znanium" Кузнецов, С. И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика : учеб. пособие / С. И. Кузнецов. - 4-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М : Вузовский вестник, 2014. - 248 с. - (Гр. НМС).
5. Трофимова, Т. И. Физика : учебник для студентов вузов по техн. направлениям подготовки / Т. И. Трофимова. - М. : Академия, 2012. - 320 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат).
6. Грабовский, Р. И. Курс физики : учеб. пособие для студентов вузов по естественнонауч. и техн. направлениям и специальностям / Р. И. Грабовский ; Р. И. Грабовский. - 12-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 608 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература. Гр.).
7. Практикум по механике и молекулярной физике : учеб. пособие для студентов вузов / С. И. Любая [и др.] ; СтГАУ. - Ставрополь, 2010. - 56 с.
8. ЭБ "Труды ученых СтГАУ": Любая, С. И. Курс лекций по физике [электронный полный текст] : для студентов по направлению 35.03.04 - Агрономия / С. И. Любая ; СтГАУ. - Ставрополь, 2015. - 13,1 МБ.
9. Любая, С. И. Физика : курс лекций (направление 35.03.04 - Агрономия) / С. И. Любая ; СтГАУ. - Ставрополь : АГРУС, 2015. - 142 с. - (85 лет СтГАУ).
10. Практикум по электричеству и магнетизму : учеб. пособие для студентов вузов по специальностям: 1100201.65 "Агрономия", 110203.65 "Защита растений", 250203.65 "Садово-парковое и ландшафтное стр-во" и направлениям: 110200.62 "Агрономия (бакалавр с.х.)", 020800.62 "Экология и природопользование (бакалавр с.х.)", 110110.62 "Агрохимия и агропочвоведение (бакалавр с.х.)", 020700.62 "Почвоведение (бакалавр)" / О. С. Копылова [и др.]; СтГАУ. - Ставрополь, 2011. - 54 с.

б) дополнительная литература:

1. ЭБС "Znanium" Врублевская, Г. В. Физика. Практикум : учеб. пособие / Г. В. Врублевская [и др.]. - Москва ; Минск : ИНФРА-М : Новое знание, 2012. - 286 с.
2. Трофимова, Т. И. Курс физики. Задачи и решения : учеб. пособие для студентов вузов по техн. направлениям и специальностям / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов. - 4-е изд., испр. - М. : Академия, 2011. - 592 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. Гр.).
3. Трофимова, Т.И. Курс физики. Задачи и решения: учеб. пособие для студентов вузов по техн. направлениям и специальностям /Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2010. – 592 с.
4. Учебно-методическое пособие по физике : для студентов очной формы обучения по направлениям: 110400.62 - Агрономия, 022000.62 - Экология и природопользование / С. И. Любая [и др.] ; СтГАУ. - Ставрополь, 2012. - 125 с.
5. Расчетно-графические работы по физике : учеб. пособие для студентов по направлениям: 110800.62 - Агрономия, 022000.62 - Экология и природопользование, 250700.62- Ландшафтная архитектура, 260100.62 - Продукты питания животного происхождения / П. В. Никитин [и др.] ; СтГАУ. - Ставрополь, 2012. - 54 с.
6. Вестник АПК Ставрополя (периодическое издание).

Для заметок

Практикум по физике
для студентов высших учебных заведений

Подп. в печать 11.09.2019 г. Бумага офсетная. Формат 60/84 1/16
Зак. № 64. Печ. лист. 5,35. Тираж 100 экз.

ООО «СПЕКТР» ул. Северная, д. 49