

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
экспериментальной физики



С.Н.Дроздин  
22.05.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.О.19 - Лабораторный физический практикум

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**  
04.03.02 - Химия, физика и механика материалов
- 2. Профиль подготовки/специализации:** Материаловедение и индустрия наносистем
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
0810 кафедра экспериментальной физики
- 6. Составители программы:**  
Глухов Игорь Леонидович, кандидат физико-математических наук
- 7. Рекомендована:** Кафедрой экспериментальной физики 22.05.2024 г, протокол №6
- 8. Учебный год:** 2024/2025 **Семестры:** 2,3

**9. Цели и задачи учебной дисциплины**

Настоящий физический практикум дополняет лекционно-теоретическую дисциплину Б1.О.07 Физика. Лабораторный практикум формирует у студентов навыки исследования физических процессов, измерения величин и проведения физического эксперимента.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

блок Б1 Дисциплины, обязательная часть, естественно-научный цикл

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-3.1	Использует базовые знания в области математики и физики при решении задач материаловедения	<b>знать:</b> основные физические величины и единицы их измерения  <b>уметь:</b> планировать и проводить физические эксперименты, измерять физические величины, оценивать погрешности  <b>владеть (иметь навык(и)):</b> методиками измерения механических, электрических, магнитных и оптических величин
ОПК-3.2	Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	
ОПК-3.3	Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием математических и физических законов и представлений	

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации – зачет

## 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			2 семестр	3 семестр	...
Аудиторные занятия		68	32	36	
в том числе	лекции	—			
	практические	—			
	лабораторные	68	32	36	
Самостоятельная работа		40	22	18	
Итого		108	54	54	
Форма промежуточной аттестации			зачет	зачет	

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Механика	Измерение физических величин, оценка погрешностей. Поступательное движение. Вращательное движение. Механические колебания.
2	Молекулярно-тепловые явления	Газовые законы. Адиабатический процесс. Основные законы термодинамики. Явления переноса. Поверхностное натяжение
3	Электромагнетизм	Электростатическое поле. Постоянный электрический ток. Эффект Зеебека. Движение частиц в магнитном поле.
4	Оптика	Интерференция. Дифракция. Равновесное тепловое излучение. Фотоэффект

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Механика	—	—	24	16	40
2	Молекулярно-тепловые явления	—	—	8	6	14
3	Электромагнетизм	—	—	20	10	30
4	Оптика	—	—	16	8	24
	Итого:	—	—	68	40	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При выполнении лабораторного практикума обучающийся должен в обязательном порядке работать с рекомендованной учебной литературой в объеме часов не меньшем, чем предусмотрено учебным планом и рабочей программой.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

#### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Трофимова Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 557с.
2	Детлаф А.А. Курс физики / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 719с.

**б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
3	Савельев И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. – С-Пб.: Лань, 2022. – Кн.1 : Механика. – 340 с.
4	Савельев И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. – С-Пб.: Лань, 2022. – Т.2 : Электричество и магнетизм. – 344 с.
5	Савельев И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. – С-Пб.: Лань, 2022. – Т.3 : Молекулярная физика и термодинамика. – 212 с.
6	Савельев И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. – С-Пб.: Лань, 2022. – Т.4 : Волны. Оптика. – 252 с.
7	Савельев И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. – М. : С-Пб.: Лань, 2022. – Т. 5 Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц – 384 с.

**в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):**

№ п/п	Ресурс
1	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
2	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Лабораторный практикум по механике и молекулярной физике: учебно-методическое пособие для студентов / И. Л. Глухов, Г. С. Григорян, С. Н. Дрождин. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021. – 92 с
2	Молекулярная физика и термодинамика / И. Л. Глухов, Г. С. Григорян, С. Н. Дрождин, А. М. Солодуха, А. П. Лазарев, А. С. Сидоркин. -- Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2021. – 79 с.
3	Лабораторный практикум по электричеству, магнетизму и оптике / С.Д. Миловидова, О.В. Рогазинская., С.Н. Дрождин – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2021. – 75 с.

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно- справочные системы (при необходимости)**

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

учебная и методическая литература, учебное оборудование лабораторий общего физического практикума кафедры экспериментальной физики

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код	Планируемые результаты обучения	Этапы формирования компетенции	ФОС (средства оценивания)
ОПК-3.1	<i>знать:</i> основные физические величины и единицы их измерения	по разделам дисциплины и семестрам обучения	задания лабораторных работ и вопросы к лабораторным работам
ОПК-3.2	<i>уметь:</i> планировать и проводить физические эксперименты, измерять физические величины, оценивать погрешности		
ОПК-3.3	<i>владеть:</i> методиками измерения механических, электрических, магнитных и оптических величин		

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

зачтено	Знание основных физических законов и явлений в объеме прослушанного курса. Способность ориентироваться во всем материале.
незачтено	Неумение формулировать основные законы, физического смысла физических величин и их единиц измерений

### 19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, обходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

## ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

1. Прямые и косвенные измерения
2. Систематические и случайные погрешности
3. Приведите примеры проявления действия трех законов Ньютона на машине Атвуда
4. Основной закон динамики вращательного движения
5. Физический смысл модуля Юнга и коэффициента Пуассона
6. Что происходит с энергией и импульсом сталкивающихся тел при абсолютно упругом ударе? неупругом ударе? абсолютно неупругом ударе?
7. Запишите выражение для закона гармонических колебаний, назовите входящие в него величины. В чем их физический смысл?
8. Физический смысл и единицы измерения коэффициента вязкости
9. Сформулируйте первое начало термодинамики и примените его к адиабатическому процессу
10. Поясните на примере капилляра явления смачиваемости и несмачиваемости
11. Запишите уравнение связи электрической напряженности и потенциала
12. В чем отличие простой и дифференциальной термопары?
13. В чем заключается принцип измерения сопротивления мостиком Уитстона?
14. Для чего используется генератор развертки осциллографа?
15. По каким типам траектории может двигаться заряженная частица в однородном магнитном поле.
16. Запишите формулу для радиуса интерференционного кольца Ньютона
17. Каков порядок цветов в спектре первого порядка дифракции решетки при освещении ее белым светом?
18. Запишите и поясните формулу закона Стефана-Больцмана
19. Запишите и поясните формулу Эйнштейна для внешнего фотоэффекта

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Какие величины (скорость, сила, ускорение, перемещение) при механическом движении всегда совпадают по направлению?  
а) сила и скорость, б) сила и ускорение, в) сила и перемещение, г) ускорение и перемещение.
2. Закон сохранения импульса  $\mathbf{P} = \text{const}$  выполняется:  
а) для замкнутой системы тел в инерциальных системах отсчета, б) для любой системы тел в инерциальных системах отсчета, в) для замкнутой системы тел в любых системах отсчета, г) для любой системы тел в любых системах отсчета.
3. В замкнутой механической системе сохраняется:  
а) кинетическая энергия, б) потенциальная энергия, в) сумма кинетической и потенциальной энергий, г) разность кинетической и потенциальной энергий.
4. Какие величины сохраняются для замкнутой системы тел?  
а) Импульс, б) момент импульса, в) момент силы, г) момент инерции, д) произведение момента инерции на угловую скорость, е) полная энергия.
5. Свободные гармонические колебания совершаются под действием:  
а) постоянной силы  $\mathbf{F} = \text{const}$ ; б) упругой (квазиупругой) силы  $\mathbf{F} = -k\mathbf{r}$ ; в) силы, изменяющейся по гармоническому закону  $\mathbf{F} = F_0 \cos \omega t$ , г) силы тяжести  $\mathbf{F} = m\mathbf{g}$ .
6. Уравнение монохроматической волны, распространяющейся вдоль оси  $x$ , имеет вид:  
а)  $u(x,t) = x \cos(\omega t + \varphi)$ ; б)  $u(x,t) = A \cos(\omega t \pm kx)$ , в)  $u(x,t) = A \sin \omega(t \pm x/v)$ , г)  $u(x,t) = A \cos 2\pi(\nu t \pm x/\lambda)$ , где  $\nu$  - частота,  $v$  - скорость волны.
7. Какая средняя энергия  $\langle E \rangle$  приходится в состоянии термодинамического равновесия при температуре  $T$  на одну: а) поступательную, б) вращательную, в) колебательную степень свободы?  
1) а,б,в:  $\langle E \rangle = k_B T / 2$ ; 2) а,б,в:  $\langle E \rangle = k_B T$ ; 3) а,б:  $\langle E \rangle = k_B T / 2$ , в:  $\langle E \rangle = k_B T$ ; 4) а,б:  $\langle E \rangle = k_B T$ , в:  $\langle E \rangle = k_B T / 2$ .
8. Обратимый процесс – это: а) переход из одного равновесного состояния в другое, б) процесс, происходящий бесконечно медленно, в) такой процесс, когда при изменении его

направления система проходит через те же равновесные состояния, что и при первоначальном ходе

9. Как формулируется первое начало термодинамики ?

а)  $\delta Q = dU + \delta A$ , б)  $\delta A = dU + \delta Q$ , в)  $\delta Q = dU - \delta A$

10. От чего зависит внутренняя энергия идеального газа:

а) от температуры, б) от температуры и объема, в) от температуры и количества вещества

11. Электростатическое поле является потенциальным потому, что:

1) работа сил поля при перемещении заряда по замкнутому пути равна нулю; 2) работа сил поля по перемещению заряда не зависит от величины заряда; 3) работа сил поля по перемещению заряда из одной точки в другую не зависит от траектории движения заряда; 4) напряженность этого поля везде одинакова.

12. Поток вектора напряженности электрического поля через произвольную замкнутую поверхность окружающую систему зарядов  $q_1, q_2, \dots, q_N$ ,

1) нулю, 2) равен  $\text{const} \neq 0$ , 3) пропорционален алгебраической сумме зарядов, 4) пропорционален сумме абсолютных величин зарядов.

13. Вектор электрической индукции  $\mathbf{D}$  связан с напряженностью электрического поля  $\mathbf{E}$  в диэлектрике соотношением (в системе СИ):

а)  $\mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E}$ , б)  $\mathbf{D} = \mathbf{E}/\varepsilon_0$ , в)  $\mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E}$ , г)  $\mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E}/\varepsilon$ .

14. Закон Ома в дифференциальной форме имеет вид:

а)  $\mathbf{j} = \rho \mathbf{E}$ ? б)  $\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}^2$ , в)  $\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}$ , г)  $\mathbf{j} = \mathbf{E}/\rho$ , где  $\rho$  - удельное сопротивление,  $\sigma$  - удельная электропроводность.

15. Какую природу не могут иметь сторонние силы, действующие в источнике электрической энергии?

1) Магнитную, 2) механическую, 3) химическую, 4) электростатическую, 5) тепловую, 6) могут иметь любую природу.

16. Магнитное поле создается:

1) неподвижными электрическими зарядами, 2) движущимися электрическими зарядами, 3) и неподвижными, и движущимися зарядами, 4) электрическими токами, 5) постоянным электрическим полем, 6) переменным электрическим полем.

17. Закон Био-Савара-Лапласа для стационарного магнитного поля, создаваемого элементом тока  $\mathbf{Idl}$  в точке с радиус-вектором  $\mathbf{r}$  записывается в виде:

а)  $d\mathbf{B} = \mu_0 [\mathbf{Idl}, \mathbf{r}] / 4\pi r^2$ , б)  $d\mathbf{B} = \mu_0 [\mathbf{Idl}, \mathbf{r}] / 4\pi r^3$ , в)  $d\mathbf{B} = \mu_0 [\mathbf{r}, \mathbf{Idl}] / 4\pi r^3$ ,

г)  $d\mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{Idl}, \mathbf{r}) / 4\pi r^3$ .

18. Согласно закону Ампера сила  $d\mathbf{F}$ , с которой магнитное поле  $\mathbf{B}$  действует на элемент тока  $\mathbf{Idl}$ , записывается в виде:

1)  $d\mathbf{F} = \mathbf{Idl} \cdot \mathbf{B}$ , 2)  $d\mathbf{F} = [\mathbf{B}, \mathbf{Idl}]$ , 3)  $d\mathbf{F} = (\mathbf{Idl}, \mathbf{B})$ , 4)  $d\mathbf{F} = [\mathbf{Idl}, \mathbf{B}]$ .

19. Чему с точностью до множителя  $\mu_0$  равна циркуляция вектора магнитной индукции вдоль произвольного замкнутого контура?

1) нулю, 2)  $\text{const} \neq 0$ ; 3) силе полного тока, текущего через поверхность, ограниченную контуром, 4) потоку вектора плотности тока, текущего через эту поверхность.

20. Сторонние силы, ответственные за ЭДС индукции, возникающей в неподвижном проводящем контуре, находящемся в переменном магнитном поле, это:

а) сила Лоренца; б) сила Ампера; в) кулоновские силы; г) силы вихревого электрического поля.

21. Объемная плотность  $w$  энергии электрического  $\mathbf{E}$  и магнитного  $\mathbf{B}$  полей записывается в виде:

а)  $w_e = \varepsilon_0 E^2$ ,  $w_m = B^2/\mu_0$ ; б)  $w_e = \varepsilon_0 E^2/2$ ,  $w_m = B^2/2\mu_0$ ; в)  $w_e = E^2/2\varepsilon_0$ ,  $w_m = \mu_0 B^2/2$ ; г)  $w_e = E^2/\varepsilon_0$ ,  $w_m = \mu_0 B^2$ .

22. При помещении атома в магнитное поле  $\mathbf{B}$  вследствие прецессии электронных орбит с частотой  $\Omega = eB/2m$ , происходит:

а) ориентация орбитальных магнитных моментов  $\mathbf{p}_e$  всех электронов атома в направлении  $\mathbf{B}$ ; б) появление у атома дополнительного магнитного момента  $\mathbf{p}'_{\text{ат}} \uparrow \uparrow \mathbf{B}$ ; в) появление у атома дополнительного магнитного момента  $\mathbf{p}'_{\text{ат}} \uparrow \downarrow \mathbf{B}$ , г) появление у атома дополнительного магнитного момента  $\mathbf{p}'_{\text{ат}} \perp \mathbf{B}$ .

23. Интерференция света – это результат наложения:

1) любых световых волн; 2) произвольно поляризованных световых волн, имеющих постоянную разность фаз; 3) световых волн с одинаковой амплитудой; 4) одинаково поляризованных световых волн с равными частотами.

24. Условие образования интерференционных максимумов:

а)  $\Delta = k\lambda/2$ , б)  $\Delta = (k + 1)\lambda/2$ , в)  $\Delta = k\lambda$ , г)  $\Delta = (2k + 1)\lambda/2$ ,

где  $\Delta$  – оптическая разность хода,  $\lambda$  – длина световой волны в вакууме,  $k$  – любое целое число.

25. Полосы равной толщины это интерференционная картина, возникающая: 1) при освещении плоскопараллельной пластинки пучком параллельных лучей; 2) при освещении пластинки переменной толщины пучком параллельных лучей; 3) при освещении плоскопараллельной пластинки пучком рассеянных лучей, 4) при освещении пластинки переменной толщины пучком рассеянных лучей.

26. Векторы  $E_o$  обыкновенной волны и  $E_e$  необыкновенной волны в одноосных кристалла всегда колеблются:

1) оба вдоль оптической оси; 2) оба перпендикулярно оптической оси; 3)  $E_o$  колеблется в главной плоскости кристалла,  $E_e$  – перпендикулярно ей, 4)  $E_o$  колеблется перпендикулярно главной плоскости кристалла,  $E_e$  – в главной плоскости кристалла.

27. Абсолютный показатель преломления среды  $n$  связан с ее диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  соотношением:

1)  $n = \epsilon^2$ ; 2)  $n = 1/\epsilon$ ; 3)  $n = \epsilon^{1/2}$ ; 4)  $n = \epsilon - 1$ .

28. Тепловое излучение имеет место: 1) при температуре излучающего тела выше комнатной температуры, 3) если температура тела выше температуры окружающей среды, 4) при любой температуре не равной абсолютному нулю.

29. Как, согласно закону Стефана-Больцмана, зависит от температуры и длины волны энергетическая светимость абсолютно черного тела?

1)  $\sim T^2$ ,  $\sim 1/\lambda$ ; 2)  $\sim T^4$ , не зависит от  $\lambda$ ; 3)  $\sim T$ ,  $\sim \lambda^2$ ; 4) не зависит от  $T$ ,  $\sim \lambda^4$ .

30. Красная граница фотоэффекта это:

1) величина энергии светового кванта, равная работе выхода электрона, 2) минимальная частота, при которой возможен фотоэффект, 3) минимальная длина волны, при которой возможен фотоэффект.



1. Основной закон динамики вращательного движения
2. Физический смысл модуля Юнга и коэффициента Пуассона
3. Что происходит с энергией и импульсом сталкивающихся тел при абсолютно упругом ударе? неупругом ударе? абсолютно неупругом ударе?
4. Запишите выражение для закона гармонических колебаний, назовите входящие в него величины. В чем их физический смысл?
5. Физический смысл и единицы измерения коэффициента вязкости
6. Сформулируйте первое начало термодинамики и примените его к адиабатическому процессу
7. Поясните на примере капилляра явления смачиваемости и несмачиваемости
8. Запишите уравнение связи электрической напряженности и потенциала
9. В чем отличие простой и дифференциальной термопары?
10. В чем заключается принцип измерения сопротивления мостиком Уитстона?
11. Для чего используется генератор развертки осциллографа?
12. По каким типам траектории может двигаться заряженная частица в однородном магнитном поле.
13. Запишите формулу для радиуса интерференционного кольца Ньютона
14. Каков порядок цветов в спектре первого порядка дифракции решетки при освещении ее белым светом?
15. Запишите и поясните формулу закона Стефана-Больцмана.