

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Общая физика: лабораторный практикум. Часть 1
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Управление инновациями в бизнесе Физтех-школа бизнеса высоких технологий кафедра общей физики
курс:	1
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 40 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 40 час.

Самостоятельная работа: 50 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

В.В. Усков, доцент, доцент

П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук, доцент

И.С. Юдин, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры общей физики 19.05.2022

Аннотация

В лабораторном практикуме по общей физике студенты выполняют лабораторные работы по разделу курса общей физики: «Механика». В лаборатории кафедры представлено достаточное количество установок. Лабораторные установки группируются по темам раздела. Темы лабораторных работ организованы в маршруты, по которым проводится выполнение работ студентами. Для каждой лабораторной работы подготовлены специальные описания: описание темы работы, описание эксперимента, проводимого в лабораторной работе и техническое описание лабораторной установки. В лабораторном практикуме рассматриваются ключевые понятия экспериментальной физики, студенты обучаются элементарным экспериментальным методам, а также навыкам работы с оборудованием.

Практическая работа в лаборатории позволяет студентам разобраться в базовых физических вопросах, без которых невозможно глубокое понимание общей физики. Для успешного освоения лабораторного практикума слушателю необходимо владеть базовыми навыками проведения эксперимента, полученными в школе, владеть основами математического анализа, знать основы линейной алгебры, теории вероятностей, а также применять знания, полученные на лекционных и семинарских занятиях по общей физике.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

формирование базовых знаний по физике и умения работать в лаборатории для дальнейшего использования в других дисциплинах естественнонаучного содержания; формирование культуры эксперимента, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины

- формирование у обучающихся базовых знаний по физике;
- формирование культуры эксперимента: умение работать в лаборатории, знать основные методы эксперимента, устанавливать логические связи между понятиями;
- формирование умений и навыков применять полученные знания для постановки эксперимента, самостоятельного анализа полученных результатов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

уметь:

- работать с современным измерительным оборудованием;
- правильно обрабатывать полученные экспериментальные данные.

владеть:

навыками работы с современным измерительным оборудованием;
основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Измерение ускорение свободного падения (опыт Галилея)			8	10
2	Изучение колебаний на примере физического маятника и трифилярного подвеса			8	10
3	Исследование прецессии уравновешенного гироскопа.			8	10
4	Изучение колебаний струны.			8	10
5	Определение скорости полета пули.			8	10
Итого часов				40	50
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Измерение ускорение свободного падения (опыт Галилея)

Изучаются систематические и случайные погрешности приборов на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки. Исследуются инструментальные погрешности аналоговых и цифровых приборов, законы сложения погрешностей, погрешность при получении прямой методом наименьших квадратов.

2. Изучение колебаний на примере физического маятника и трифилярного подвеса

С помощью физического маятника в форме длинного стержня и оборотного маятника с подвижными грузами исследуются основные законы колебательного движения. Измеряются периоды колебаний маятников, исследуются зависимость периода от амплитуды колебаний и затухания. По значению периода измеряется ускорение свободного падения с высокой точностью.

3. Исследование прецессии уравновешенного гироскопа.

Исследуются законы движения быстровращающихся оссимметричных тел (гироскопов). По скорости прецессии гироскопа под действием постоянного момента сил определяется скорость вращения ротора. Момент инерции ротора определяется методом крутильных колебаний при сравнении с эталонным телом. По опускании оси гироскопа измеряется момент силы трения в оси гироскопа.

4. Изучение колебаний струны.

Исследуются стоячие волны, возбуждаемые на натянутой стальной струне с закрепленными концами. Измеряются резонансные частоты в зависимости от силы натяжения нити, из чего определяется скорость распространения волн на струне и её линейная плотность. Регистрация колебаний проводится с помощью электромагнитного датчика, подключенного к электронному осциллографу. По ширине резонанса измеряется добротность колебательной системы.

5. Определение скорости полета пули.

Скорость полета пули из пневматического ружья измеряется с помощью баллистического метода. Скорости вычисляются по амплитуде отклонения баллистического и крутильного маятников с использованием законов сохранения импульса, энергии и момента импульса.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Семестр: 1 (Осенний) Механика:

Лаборатория 501 ГК.

1.1.1 Определение систематических и случайных погрешностей на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки -11 установок.

1.3.1 Определение модуля Юнга на основе исследования деформаций растяжения и изгиба - 6 установок.

(Лабораторный стенд 6 шт.)

1.3.2 Определение модуля кручения стержней статическим и динамическим способами - 3 установки

1.4.2 Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника - 6 установок.

1.4.4 Исследование свободных колебаний связанных маятников - 1 установка.

Лаборатория 502 ГК.

1.1.1 Определение систематических и случайных погрешностей на примере измерения удельного сопротивления нихромовой проволоки -12 установок.

1.2.3 Определение момента инерции твёрдых тел с помощью трифилярного подвеса – 9 установок

1.4.5 Изучение колебания струны

Лаборатория 503 ГК.

1.1.4 Измерение интенсивности радиационного фона – 12 установок.

1.1.6 Изучение электронного осциллографа – 18 установок.

Лаборатория 505 ГК.

1.1.3 Статистическая обработка результатов многократных измерений физических величин – 7 установок.

1.1.4 Измерение интенсивности радиационного фона – 12 установок.

1.2.5 Исследование прецессии уравновешенного гироскопа 8 установок.

1.4.1 Изучение физического маятника -4 установки.

1.4.2 Определение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника 1 установка.

Лаборатория 506 ГК.

1.2.1 Определение скорости полета пули 8 установок.

1.1.5 Исследование упругих столкновений протонов с электронами - 4 установки.

Лаборатория 507 ГК.

1.2.2 Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике Обербека - 10 установок.

1.2.4 Определение главных моментов инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний – 4 установки.

1.1.1 Измерение удельного сопротивления нихромовой проволоки. – 8 установок

Лаборатория 324а ГК

1.4.8 Определение модуля Юнга методом акустического резонанса. – 8 установок.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 1 : Механика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереотип. — М. : Физматлит , 2002, 2006, 2010, 2014 .— 560 с. — 560 с.

2. Основы физики [Текст] : Курс общей физики : в 2 т. Т. 1. Механика, электричество и магнетизм. Колебания и волны, волновая оптика / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов ; под ред. А. С. Кингсеп. — 2-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2007. — 704 с.
3. Общая физика. Механика [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко, К. М. Крымский ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). — М. : МФТИ, 2013. — 290 с.
4. Лабораторный практикум по общей физике [Текст] : в 3 т. Т. 1 : Механика : учеб. пособие для вузов / под ред. А. Д. Гладуна ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). — 2-е изд., испр. — М. : МФТИ, 2012. — 292 с.
5. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 3, Ч. 1 : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Наука, 1996. — 320 с.

Дополнительная литература

1. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика [Текст] : учеб. пособ. для вузов / Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц. — 2-е изд., испр. — М. : Наука, 1969. — 400 с.
2. Методы решения задач в общем курсе физики. Механика [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. П. Коржавов. — 2-е изд., испр. — М. : Студент, 2012. — 382 с.

Рекомендованная литература для самостоятельного изучения

1. Физические основы механики [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. Э. Хайкин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Наука, 1971. — 752 с.
2. Механика [Текст] / Ч. Киттель, В. Найт, М. Рудерман ; пер. с англ. под ред. А. И. Шальникова, А. С. Ахматова. — 3-е изд., испр. — М. : Наука, 1983. — 448 с.
3. Фейнмановские лекции по физике [Текст]. Вып. 1 - 2 : [учеб. пособие для вузов]. Современная наука о природе. Законы механики. Пространство. Время. Движение / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс ; пер. с англ. А. В. Ефремов [и др.]. — 3-е изд. — М. : Мир, 1976. — 440 с.
4. Элементы релятивистской механики [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Д. Гладун ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). — М. : МФТИ, 2003. — 47 с.
5. Относительно относительности [Текст] : [учеб. - метод. пособие для студентов 1 курса МФТИ] / В. Е. Белонучкин ; Моск. физико-техн. ин-т (гос. ун-т). — Долгопрудный : МФТИ, 1996. — 32 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://mipt.ru/education/chair/physics/index.php> Сайт кафедры общей физики
2. <http://lib.mipt.ru/catalogue/94/?t=748> - электронная библиотека Физтеха, раздел «Физика».
3. <http://www.physics.ru> - образовательный сайт с элементарными сведениями по физике.
4. <http://www.edu.ru> - федеральный портал «Российское образование».
5. <http://benran.ru> - библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
6. <http://www.i-exam.ru> - единый портал Интернет-тестирования в сфере образования.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На данных компьютерах используются ОС MSWindows, FreeDOS, программа MathCAD, а также программы, разработанные программистами учебно-методического центра кафедры.

В процессе самостоятельной работы обучающихся возможно использование таких программных средств, как Mathcad, Scilab, Origin и др.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий курс общей физики, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и практических занятиях,
- подготовку к практическим занятиям, коллоквиумам, дифференцированному зачёту.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения. Значительно облегчить решение задачи может хорошо выполненный чертеж, если он соответствует условию задачи (прямой угол нарисован прямым, равнобедренный треугольник - равнобедренным и т. д.). При подготовке к практическим занятиям необходимо повторять ранее изученные основные определения, формулировки теорем. В начале занятия, как правило, проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме. Обычно придерживаются следующей схемы: изучение материала лекции по конспекту в тот же день, когда была прослушана лекция (10-15 минут); повторение материала накануне следующей лекции (10-15 минут), проработка учебного материала по конспектам лекций, учебной и научной литературе, подготовка ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения (1 час неделю), подготовка к практическому занятию, решение задач (1 час). Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору или преподавателю, ведущему практические занятия.

Обязательным требованием является выполнение домашних работ, которые оформляются в специально отведённой для этого тетради и систематически сдаются на проверку.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Управление инновациями в бизнесе Физтех-школа бизнеса высоких технологий кафедра общей физики
курс:	<u>1</u>
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

В.В. Усков, доцент, доцент

П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук, доцент

И.С. Юдин, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Общая физика: лабораторный практикум. Часть 1» обучающийся должен:

знать:

- методику проведения эксперимента;
- методику обработки полученных результатов.

уметь:

- работать с современным измерительным оборудованием;
- правильно обрабатывать полученные экспериментальные данные.

владеть:

навыками работы с современным измерительным оборудованием;
основными математическими инструментами, характерными для задач механики.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Как сказывается на применимости данного метода отличие угла, под которым направлена скорость пули к поверхности мишени, от прямого?

При каких амплитудах колебаний маятника следует измерять периоды?

Как влияет импульс пули на колебания маятника?

Какая доля энергии пули переходит в тепло в I и II опыте в результате соударения с маятником?

Почему стремятся уменьшить величину момента сил трения в оси маятника?

Казалось бы, даже большую величину $M_{тр}$ можно легко учесть с помощью уравнения $M_{(n)} - M_{(тр)} = I dw/dt$.

Какова роль толщины и упругости нити в опыте?

Какую величину в данном эксперименте следует измерять с наибольшей точностью?

Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера.

Что такое гироскоп? Каковы его основные свойства?

Отчего зависит скорость регулярной прецессии гироскопа?

Какова размерность модуля кручения, входящего в формулу для определения периода крутильных колебаний $T_0 = 2\pi\sqrt{I_0/f}$?

Получите формулу $\Omega = mgl/(I_z - W_0)$ из формулы $\Omega = M/(I_z - w_0 \sin\alpha) = (m_{гг}gl_{(ц)} \sin\alpha)/(I_z - w_0 \sin\alpha) = (m_{гг}gl_{(ц)})/(I_z - w_0)$.

Чем объяснить, что монета, катящаяся по полу, поворачивается на сторону, в которую она наклонена?

Как трение в осях блоков Б влияет на результаты измерений статическим методом? Как можно уменьшить это влияние?

Как меняется период колебаний при увеличении их затухания?

Какой метод предпочтительнее на практике: статический или динамический?

Как оценить погрешность измерения модуля кручения при определении его из графика в координатах I_2, T_2 ?

При каких предположениях получено уравнение Бернулли?

В какую сторону изменяет показания расходомеров Пито и Вентури наличие вязкости?

При каких уровнях воды H в резервуаре 1 течение в трубе T ламинарное, при каких – турбулентное?

В некотором опыте происходит ламинарное течение жидкости по трубе. Как будет изменяться течение, если использовать все менее вязкую жидкость, оставляя неизменным диаметр трубы, скорость течения и плотность жидкости?

При каком течении – турбулентном или ламинарном – получается лучшее согласие скорости, определенной по расходомерам Пито и Вентури, со скоростью, найденной с помощью резервуара П?

Выведите формулу Торричелли. Используя формулу Торричелли, оцените скорости вытекания воды из очень короткой трубы при различных уровнях H . Почему реальные скорости вытекания из длинной трубы значительно меньше?

В расходомерах Пито и Вентури оцените разницу уровней воды Δh в левых измерительных трубках, присоединенных к трубе T в местах одинакового сечения. Как можно объяснить наличие разницы давлений? Какие получатся результаты, если с помощью линейного экстраполирования попытаться найти давления на концах трубы T ?

Как меняется период колебания маятника при увеличении затухания?

Как устроен длиннопериодный маятник, имеющий большие периоды колебаний при небольших размерах? Можно ли в работе вместо него использовать обычный маятник?

Как изменяется период колебания маятника при увеличении амплитуды колебаний?

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Работа 1.1.2. Измерение коэффициента линейного расширения стержня с помощью микроскопа.

С какой точностью следует измерять длину стержня и сопротивление термометра при достигнутой точности измерения ΔL ?

Какой вклад в ошибку измерения α вносят погрешности и измерения цены деления окулярной шкалы, в определении положения метки, в измерении комнатной температуры и погрешность температурного коэффициента сопротивления?

Близорукие и дальнозоркие наблюдатели настраивают микроскоп так, что изображение I_2 оказываются на очень малом или, наоборот, очень большом расстоянии от глаза. Какое из увеличений – линейное или угловое – при этом меньше меняется?

Работа 1.1.5. Исследование упругих столкновений протонов с электронами.

Выведите формулы, связывающие угол вылета электрона с его импульсом, в нерелятивистской и релятивистской механике.

Получите зависимость скорости частиц в релятивистской механике от их импульса и энергии.

Выведите формулу, связывающую импульс электрона с радиусом его траектории в магнитном поле. Покажите, что эта формула справедлива как в нерелятивистской механике, так и релятивистской

Работа 1.2.1. Определение скорости полета пули при помощи баллистического маятника.

Метод баллистического маятника, совершающего поступательное движение

В каком случае маятник называется баллистическим и для чего он может быть использован?

При каких условиях начальный импульс баллистического маятника равен импульсу пули?

Почему необходимо использовать неупругое соударение пули с маятником?

Оцените время соударения пули с маятником в проводимых опытах.

От чего зависит точность выполнения закона сохранения импульса при соударении тел?

Каковы требования к установке оружия?

Что влияет на затухание колебаний баллистического маятника?

Какие допущения, сделанные при выводе формулы $u = M/m \sqrt{(g/L) \Delta x}$ могут быть проверены экспериментально?

Для чего нити подвеса разведены в поперечном направлении?

Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

При каких упрощающих предположениях выведена формула $I = (mgRrT^2)/(4\pi^2 z_0)$?

Можно ли пользоваться предложенным методом для определения моментов инерции тел в том случае, когда ось вращения платформы не проходит через центр массы?

Выведите формулу Гюйгенса-Штейнера.

Работа 1.2.4. Определение главных моментов инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний.

Что такое главные моменты инерции твердого тела?

Как выглядит эллипсоид инерции кубика?

Как происходит свободное (в отсутствие внешних моментов сил) вращение твердого тела?

Определение модуля Юнга на основе исследования деформаций растяжения и изгиба.

Какие основные источники погрешности измерений? Каким образом можно уменьшить погрешности?

Оцените максимальную точность, с которой при данных условиях целесообразно измерять удлинение проволоки и стрелку прогиба бруска.

В чем различие между одноосным напряженным состоянием и одноосным деформируемым состоянием?

При каких напряжениях и относительных деформациях выполняется закон Гука?

Какие отклонения от закона Гука возможны при деформировании твердых тел?

Что такое коэффициент Пуассона?

Какие предположения сделаны, чтобы получить связь максимального прогиба балки с модулем Юнга?

В какой зависимости $y(x)$ описывается форма средней линии балки при чистом изгибе?

Для чего в приборе Лермантова нужна площадка М?

Работа 1.3.3. Определение вязкости воздуха по скорости течения через тонкие трубки.

Какой формулой описывается профиль скорости ламинарного потока в трубке? Как соотносятся средняя по сечению и максимальная скорости?

Что такое число Рейнольдса? Как его можно определить из экспериментальных данных?

Как графически надо обработать результаты измерений по п.8, чтобы из них достоверно было видно различие участков со сформированным и несформированным течениями?

Работа 1.4.1. Изучение физического маятника.

При каких упрощающих предположениях выведена формула $T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{(a^2 + l^2/(12))/ag}$?

При каком расстоянии от центра масс до точки подвеса период колебаний маятника минимален?

Как будет вести себя физический маятник, если совместить точку его подвеса с центром масс?

С какой целью в данной работе математический маятник подвешивается на двух нитях?

Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера?

Работа 1.4.2. Определение ускорения свободного падения при помощи обратного маятника.

Как влияют на точность эксперимента колебания температуры, сила трения, амплитуда колебаний маятника?

При каком расстоянии от опорной призмы до центра масс период колебаний маятника минимален?

Покажите, что точка опоры маятника и его центр качания лежат по разные стороны от центра масс.

Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера.

Покажите, что при перемещении оси качаний в центр качаний период колебаний маятника не должны изменяться,

Критерии оценивания

Из полученных баллов за каждую работу рассчитывается средний балл, который определяет оценку за зачёт.

Оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и за её пределами, а также умение уверенно применять их на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы.

Оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике при решении нестандартных задач.

Оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы, однако допустившему некоторые неточности при ответе.

Оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и уверенное понимание материала учебной программы и умение свободно применять физические законы на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы.

Оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание материала учебной программы и умение применять физические законы на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы.

Оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и понимание материала учебной программы и умение применять физические законы на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы, однако допустил при ответе ряд грубых неточностей.

Оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный характер знаний, допускавшему неточности в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность выполнять основные задания при выполнении и сдаче лабораторной работы и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему сильно фрагментарный характер знаний, допускавшему грубые ошибки в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность выполнять основные задания при выполнении и сдаче лабораторной работы и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка «неудовлетворительно (2)» или «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает значительную часть основного содержания программы, систематически допускает грубые ошибки при формулировании основных физических законов или не способен корректно применять физические законы даже для решения простых задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет в каждом семестре проводится по итогам текущей успеваемости (результатам сда-чи лабораторных работ).

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Промежуточная аттестация по дисциплине «Общая физика: лабораторный практикум. Часть 1» осуществляется в форме дифференцированного зачёта.

Для получения зачёта студенту необходимо выполнить заданное количество лабораторных работ. Для выполнения каждой лабораторной работы студент должен подготовиться к выполнению работы, сдать подготовку преподавателю, выполнить экспериментальную часть работы, выполнить необходимые расчёты и оформить работу, сдать работу преподавателю. Для получения зачёта по каждой работе предусмотрены контрольные вопросы:

Работа 1.1.2. Измерение коэффициента линейного расширения стержня с помощью микроскопа.

Контрольные вопросы

1. С какой точностью следует измерять длину стержня и сопротивление термометра при достигнутой точности измерения ΔL ?
2. Какой вклад в ошибку измерения α вносят погрешности и измерения цены деления окулярной шкалы, в определении положения метки, в измерении комнатной температуры и погрешность температурного коэффициента сопротивления?
3. Близорукие и дальнозоркие наблюдатели настраивают микроскоп так, что изображение l_2 оказываются на очень малом или, наоборот, очень большом расстоянии от глаза. Какое из увеличений – линейное или угловое – при этом меньше меняется?

Работа 1.1.5. Исследование упругих столкновений протонов с электронами.

Контрольные вопросы

1. Выведите формулы, связывающие угол вылета электрона с его импульсом, в нерелятивистской и релятивистской механике.
2. Получите зависимость скорости частиц в релятивистской механике от их импульса и энергии.
3. Выведите формулу, связывающую импульс электрона с радиусом его траектории в магнитном поле. Покажите, что эта формула справедлива как в нерелятивистской механике, так и релятивистской

Работа 1.2.1. Определение скорости полета пули при помощи баллистического маятника.

I. Метод баллистического маятника, совершающего поступательное движение

Контрольные вопросы

1. В каком случае маятник называется баллистическим и для чего он может быть использован?
2. При каких условиях начальный импульс баллистического маятника равен импульсу пули?
3. Почему необходимо использовать неупругое соударение пули с маятником?
4. Оцените время соударения пули с маятником в проводимых опытах.
5. От чего зависит точность выполнения закона сохранения импульса при соударении тел?
6. Каковы требования к установке оружия?
7. Что влияет на затухание колебаний баллистического маятника?

8. Какие допущения, сделанные при выводе формулы $u = \frac{M}{m} \sqrt{\frac{g}{L}} \Delta x$ могут быть проверены экспериментально?
9. Для чего нити подвеса разведены в поперечном направлении?

II. Метод крутильного баллистического маятника

Контрольные вопросы

1. Как сказывается на применимости данного метода отличие угла, под которым направлена скорость пули к поверхности мишени, от прямого?
2. При каких амплитудах колебаний маятника следует измерять периоды?
3. Как влияет импульс пули на колебания маятника?
4. Какая доля энергии пули переходит в тепло в I и II опыте в результате соударения с маятником?

Работа 1.2.2. Экспериментальная проверка закона вращательного движения на крестообразном маятнике.

Контрольные вопросы

1. Почему стремятся уменьшить величину момента сил трения в оси маятника? Казалось бы, даже большую величину $M_{\text{тр}}$ можно легко учесть с помощью уравнения $M_{\text{н}} - M_{\text{тр}} = I \frac{dw}{dt}$.
2. Какова роль толщины и упругости нити в опыте?
3. Какую величину в данном эксперименте следует измерять с наибольшей точностью?
4. Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера.

Работа 1.2.3. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.

Контрольные вопросы

1. При каких упрощающих предположениях выведена формула $I = \frac{mgRrT^2}{4\pi^2 z_0}$?
2. Можно ли пользоваться предложенным методом для определения моментов инерции тел в том случае, когда ось вращения платформы не проходит через центр массы?
3. Выведите формулу Гюйгенса-Штейнера.

Работа 1.2.4. Определение главных моментов инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний.

Контрольные вопросы

1. Что такое главные моменты инерции твердого тела?
2. Как выглядит эллипсоид инерции кубика?
3. Как происходит свободное (в отсутствие внешних моментов сил) вращение твердого тела?

Работа 1.2.5. Исследование вынужденной регулярной прецессии гироскопа.

Контрольные вопросы

1. Что такое гироскоп? Каковы его основные свойства?

2. Отчего зависит скорость регулярной прецессии гироскопа?
3. Какова размерность модуля кручения, входящего в формулу для определения периода крутильных колебаний $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_0}{f}}$?
4. Получите формулу $\Omega = \frac{mgl}{I_z w_0}$ из формулы $\Omega = \frac{M}{I_z w_0 \sin \alpha} = \frac{m_r g l_{\text{ц}} \sin \alpha}{I_z w_0 \sin \alpha} = \frac{m_r g l_{\text{ц}}}{I_z w_0}$.
5. Чем объяснить, что монета, катящаяся по полу, поворачивается на сторону, в которую она наклонена?

Работа 1.3.1. Определение модуля Юнга на основе исследования деформаций растяжения и изгиба.

Контрольные вопросы

1. Какие основные источники погрешности измерений? Каким образом можно уменьшить погрешности?
2. Оцените максимальную точность, с которой при данных условиях целесообразно измерять удлинение проволоки и стрелку прогиба бруска.
3. В чем различие между одноосным напряженным состоянием и одноосным деформируемым состоянием?
4. При каких напряжениях и относительных деформациях выполняется закон Гука?
5. Какие отклонения от закона Гука возможны при деформировании твердых тел?
6. Что такое коэффициент Пуассона?
7. Какие предположения сделаны, чтобы получить связь максимального прогиба балки с модулем Юнга?
8. В какой зависимости $y(x)$ описывается форма средней линии балки при чистом изгибе?
9. Для чего в приборе Лермантова нужна площадка М?

Работа 1.3.2. Определение модуля кручения.

Контрольные вопросы

1. Как трение в осях блоков Б влияет на результаты измерений статическим методом? Как можно уменьшить это влияние?
2. Как меняется период колебаний при увеличении их затухания?
3. Какой метод предпочтительнее на практике: статический или динамический?
4. Как оценить погрешность измерения модуля кручения при определении его из графика в координатах I_2, T^2 ?

Работа 1.3.3. Определение вязкости воздуха по скорости течения через тонкие трубки.

Контрольные вопросы

1. Какой формулой описывается профиль скорости ламинарного потока в трубке? Как соотносятся средняя по сечению и максимальная скорости?
2. Что такое число Рейнольдса? Как его можно определить из экспериментальных данных?
3. Как графически надо обработать результаты измерений по п.8, чтобы из них достоверно было видно различие участков со сформированным и несформированным течениями?

Работа 1.3.4. Исследование стационарного потока жидкости в трубке.

Контрольные вопросы

1. При каких предположениях получено уравнение Бернулли?
2. В какую сторону изменяет показания расходомеров Пито и Вентури наличие вязкости?
3. При каких уровнях воды H в резервуаре 1 течение в трубе Т ламинарное, при каких - турбулентное?
4. В некотором опыте происходит ламинарное течение жидкости по трубе. Как будет изменяться течение, если использовать все менее вязкую жидкость, оставляя неизменным диаметр трубы, скорость течения и плотность жидкости?
5. При каком течении - турбулентном или ламинарном – получается лучшее согласие скорости, определенной по расходомерам Пито и Вентури, со скоростью, найденной с помощью резервуара П?
6. Выведите формулу Торричелли. Используя формулу Торричелли, оцените скорости вытекания воды из очень короткой трубы при различных уровнях H . Почему реальные скорости вытекания из длинной трубы значительно меньше?
7. В расходомерах Пито и Вентури оцените разницу уровней воды Δh в левых измерительных трубках, присоединенных к трубе Т в местах одинакового сечения. Как можно объяснить наличие разницы давлений? Какие получатся результаты, если с помощью линейного экстраполирования попытаться найти давления на концах трубы Т?

Работа 1.4.1. Изучение физического маятника.

Контрольные вопросы

1. При каких упрощающих предположениях выведена формула $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{a^2 + \frac{l^2}{12}}{aq}}$?
2. При каком расстоянии от центра масс до точки подвеса период колебаний маятника минимален?
3. Как будет вести себя физический маятник, если совместить точку его подвеса с центром масс?
4. С какой целью в данной работе математический маятник подвешивается на двух нитях?
5. Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера?

Работа 1.4.2. Определение ускорения свободного падения при помощи обратного маятника.

Контрольные вопросы

1. Как влияют на точность эксперимента колебания температуры, сила трения, амплитуда колебаний маятника?
2. При каком расстоянии от опорной призмы до центра масс период колебаний маятника минимален?
3. Покажите, что точка опоры маятника и его центр качания лежат по разные стороны от центра масс.
4. Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера.
5. Покажите, что при перемещении оси качаний в центр качаний период колебаний маятника не должны изменяться,

Работа 1.4.3. Исследование нелинейных колебаний длиннопериодного маятника.

Контрольные вопросы

1. Как меняется период колебания маятника при увеличении затухания?
2. Как устроен длиннопериодный маятник, имеющий большие периоды колебаний при небольших размерах? Можно ли в работе вместо него использовать обычный маятник?
3. Как изменяется период колебания маятника при увеличении амплитуды колебаний?

Работа 1.4.4. Исследование свободных колебаний связанных маятников.

Контрольные вопросы.

1. Приведите примеры колебательных систем с двумя степенями свободы.
2. Что такое нормальное колебания (моды)?
3. Какие колебания называются парциальными?
4. При каком начальном условии возникает поочередная раскачка маятника?
5. Выведите формулу $\frac{1}{\tau} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}$.

Работа 1.4.5. Изучение колебаний струны.

Контрольные вопросы

1. Что такое продольные и поперечные волны? Напишите уравнение бегущей волны.
2. Выведите уравнение стоячей волны. Дайте определение пучности и узла стоячей волны. Как происходит передача энергии по струне?
3. Покажите, что скорость распространения поперечных волн по струне равна $u = \sqrt{F/p_l}$. Чему равна эта скорость в ваших измерениях?
4. Как происходит отражение бегущей волны от жестко закрепленного конца струны и от конца, который может свободно двигаться в направлении, перпендикулярном к направлению натяжению струны? Как меняется фаза отраженной волны?
5. При каком условии влиянием бегущей волны на картину колебаний струны можно пренебречь? Как это условие можно проверить при проведении эксперимента?

Работа 1.4.6. Измерение скорости ультразвука в жидкости с помощью ультразвукового интерферометра.

Контрольные вопросы

1. Какие механические колебания называются ультразвуковыми?
2. Что такое продольные и поперечные волны и какова их природа? В каких веществах они могут распространяться?
3. Напишите выражение для бегущей волны.
4. При каких условиях возможна интерференция волн?
5. Выведите формулу, определяющую условия возникновения резонанса в интерферометре. Как влияют граничные условия на эту формулу?
6. При каких условиях возникает стоячая волна? Что такое узлы и пучности? Как происходит передача энергии в волне?
7. Почему в растворах электролитов скорость распространения ультразвука больше, чем в чистой воде?
8. Вместо металлического отражателя в интерферометре можно использовать свободную поверхность исследуемой жидкости. При этом высоту столба можно плавно

менять, выпуская жидкость из интерферометра. Какая разность фаз устанавливается между падающей и отраженной волнами смещения на границе раздела жидкость-воздух?

9. Какие изменения следовало бы сделать в интерферометре, чтобы можно было производить измерения в газах?

Работа 1.4.7. Определение упругих констант жидких и твердых тел по скорости распространения ультразвука.

Контрольные вопросы

1. При определении скорости распространения ультразвука с помощью дефектоскопа на экране помимо последовательно отраженных импульсов наблюдаются побочные импульсы. Какие причины приводят к появлению этих импульсов? Как от них избавиться?
2. При измерении скорости ультразвука с помощью щупа в результат вносится систематическая погрешность, возникающая из-за того, что между излучателем и исследуемым материалом находится клиновидная часть плексигласового щупа. Оцените величину этой погрешности, исходя из размеров щупа и образца.
3. Покажите, что коэффициент отражения ультразвуковой волны на границе двух сред не зависит от направления движения волны.

4. Критерии оценивания

По результатам подготовки работу выставляется от 0 до 10 баллов согласно уровню подготовки студента. По результатам сдачи выставляется от 0 до 10 баллов согласно уровню подготовленного отчёта и знаний студента. Из полученных баллов за каждую работу рассчитывается средний балл

Оценка	Баллы
отлично	10
	9
	8
хорошо	7
	6
	5
удовлетворительно	4
	3
неудовлетворительно	2
	1

Из полученных баллов за каждую работу рассчитывается средний балл, который определяет оценку за зачёт.

Оценка «**отлично (10)**» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и за её пределами, а также умение уверенно применять их на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы.

Оценка «**отлично (9)**» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике при решении нестандартных задач.

Оценка **«отлично (8)»** выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы, однако допустившему некоторые неточности при ответе.

Оценка **«хорошо (7)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и уверенное понимание материала учебной программы и умение свободно применять физические законы на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы.

Оценка **«хорошо (6)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание материала учебной программы и умение применять физические законы на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы.

Оценка **«хорошо (5)»** выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и понимание материала учебной программы и умение применять физические законы на практике при выполнении и сдаче лабораторной работы, однако допустил при ответе ряд грубых неточностей.

Оценка **«удовлетворительно (4)»** выставляется студенту, показавшему фрагментарный характер знаний, допускавшему неточности в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность выполнять основные задания при выполнении и сдаче лабораторной работы и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка **«удовлетворительно (3)»** выставляется студенту, показавшему сильно фрагментарный характер знаний, допускавшему грубые ошибки в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему способность при этом продемонстрировавшему способность выполнять основные задания при выполнении и сдаче лабораторной работы и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка **«неудовлетворительно (2)»** или **«неудовлетворительно (1)»** выставляется студенту, который не знает значительную часть основного содержания программы, систематически допускает грубые ошибки при формулировании основных физических законов или не способен корректно применять физические законы даже для решения простых задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Зачет в каждом семестре проводится по итогам текущей успеваемости (результатам сдачи лабораторных работ)