

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

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

**Программа государственной итоговой аттестации
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена по физике**

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Управление инновациями в бизнесе Физтех-школа бизнеса высоких технологий
курс:	4
квалификация:	бакалавр
семестр:	8 (Весенний)

Программу составили:

А.В. Гавриков, д-р физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой
П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук, доцент
И.С. Юдин, канд. физ.-мат. наук, доцент
Г.И. Лапушкин, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры общей физики 04.04.2025

1. Цели и задачи

Цели

Целью государственного экзамена является установление уровня подготовки обучающегося и соответствия результатов освоения обучающимся образовательной программы требованиям образовательного стандарта по направлению подготовки.

Задачи

- оценка степени освоения обучающимися теоретических положений основных дисциплин, формирующих знания по в рамках освоения образовательной программы;
- оценка умения применять полученные знания для решения конкретных задач;
- оценка сформированности компетенций студентами и их соответствие требованиям потенциальных работодателей.

2. Перечень компетенций, уровень сформированности которых оценивается при проведении государственного экзамена

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.7 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-5.4 Способен самостоятельно совершенствовать разрабатываемый проект и (или) изделие

ПК-5 Способен разрабатывать технические проекты работ в области современных наукоемких технологий с учётом требований качества и оптимизации	ПК-5.3 Использует нормативную документацию для стандартизации принятых решений и унификации разработанных изделий
	ПК-5.2 Умеет самостоятельно определять особенности и качество разрабатываемого проекта
	ПК-5.1 Владеет методиками проектирования разрабатываемого изделия и планирования этапов его производства
ПК-6 Способен понимать и применять методологии проектирования	ПК-6.1 Владеет современными технологиями разработки проектной и конструкторской документации
	ПК-6.2 Применяет необходимые компьютерные пакеты для выполнения проектной работы
	ПК-6.3 Проводит необходимые предварительные расчеты работоспособности и надежности разрабатываемой конструкции
	ПК-6.4 Подготавливает необходимые условия для проведения макетирования разрабатываемого изделия с оценкой полученных результатов
	ПК-6.5 Предусматривает возможность усовершенствования разрабатываемого изделия и проводит улучшения по результатам опытных испытаний
ПК-7 Способен применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для проектных и конструкторских работ	ПК-7.5 Умеет использовать современные системы хранения данных и контроля версий, в том числе используемые прикладными пакетами облачные технологии хранения данных в рамках сети предприятия
	ПК-7.4 Владеет навыками эффективной и безопасной работы в сетевой архитектуре уровня предприятия, умеет эффективно использовать системы распределённых вычислений для распараллеливания вычислительных операций
	ПК-7.3 Способен использовать сообразные проектной задаче программные продукты, умеет проводить базовую настройку данных продуктов под требования конкретного проекта
	ПК-7.2 Умеет определять набор необходимых программных продуктов (прикладных пользовательских приложений и серверных решений) для реализации конкретной проектной задачи с целью минимизации трудоёмкости и повышения экономической эффективности
	ПК-7.1 Имеет представление об основных типах программных пакетов для проведения проектных и конструкторско-технологических работ

3. Перечень примерных вопросов, выносимых на государственный экзамен

1. Законы Ньютона. Движение тел в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта. Силы инерции.
2. Законы сохранения энергии и импульса в классической механике. Работа силы. кинетическая и потенциальная энергии. Упругие и неупругие столкновения.
3. Момент импульса, момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса.

4. Вращательное движение твердых тел. Момент инерции. Плоское движение, качение. Гироскопы.
5. Закон всемирного тяготения и законы Кеплера. Движение тел в поле тяготения.
6. Гармонические колебания. Примеры механических колебательных систем, вычисление периода свободных колебаний.
7. Упругие деформации. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Скорость распространения упругих деформаций (скорость звука).
8. Идеальный и неидеальный газы. Уравнение состояния идеального газа. Идеально-газовая температура. Модель газа Ван-дер-Ваальса.
9. Термодинамическое равновесие, квазистатические процессы. Первое начало термодинамики. Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия.
10. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия и закон её возрастания. Энтропия идеального газа.
11. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Фазовые диаграммы состояний. Тройная и критическая точки.
12. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа. Смачивание и несмачивание, капиллярные явления.
13. Основы статистики идеальных систем: равновероятность микросостояний. статистический смысл энтропии. Флуктуации в термодинамических системах.
14. Распределения молекул газа по скоростям (распределение Максвелла) и по координатам в поле внешних сил (распределение Больцмана).
15. Явления молекулярного переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость. Коэффициенты переноса в газах.
16. Случайные блуждания, закон Эйнштейна-Смолуховского. Броуновское движение. Связь коэффициентов диффузии и подвижности.
17. Закон Кулона. Теорема Гаусса для электрических полей. Потенциальность электростатического поля.
18. Электростатическое поле в веществе. Вектор поляризации, электрическая индукция. Граничные условия для электрического поля. Энергия электрического поля.
19. Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Закон Био-Савара. Сила Лоренца и сила Ампера.
20. Магнитное поле в веществе. Вектор намагниченности, напряжённость магнитного поля. Основные уравнения магнитостатики в веществе. Граничные условия для магнитного поля.
21. Электромагнитная индукция. ЭДС индукции. Правило Ленца. Само- и взаимоиנדукция. Энергия магнитного поля.
22. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Ток смещения. Материальные уравнения.
23. Перенос энергии электромагнитными полями, вектор Пойнтинга. Импульс электромагнитного поля.
24. Закон Ома для электрической цепи. Правила Кирхгофа расчёта цепей. Переходные процессы в электрических цепях (зарядка конденсатора, нарастание тока в катушке индуктивности). Свободные электрические колебания.
25. Вынужденные колебания в электрических цепях. Расчёт цепей переменного тока: комплексные амплитуды, импеданс. Резонанс в колебательном контуре. Добротность колебательной системы и её энергетический смысл.
26. Спектральное разложение электрических сигналов и спектральный метод расчёта линейных цепей. Спектральная фильтрация. Модуляция и демодуляция сигналов. Соотношение неопределённостей для спектров.
27. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна. Законы преломления и отражения.
28. Поляризация света. Явление Брюстера. Преобразование поляризации с помощью кристаллических пластинок.
29. Дисперсия света. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости.
30. Интерференция волн. Временная и пространственная когерентность.
31. Принцип Гюйгенса-Френеля. Интеграл Френеля. Зоны Френеля.

32. Дифракция Фраунгофера. Пятно Эйри. Границы применимости геометрической оптики. Дифракционный предел разрешения оптических приборов.
33. Спектральные приборы. Призма, дифракционная решётка, интерферометр Фабри-Перо. Дифракционный предел разрешения спектральных приборов.
34. Излучение абсолютно чёрного тела. Квантовая гипотеза. Спектр излучения: формула Планка, законы Вина и Стефана-Больцмана.
35. Квантовая природа света. Фотоэффект, уравнение Эйнштейна. Спонтанное и вынужденное излучение, принцип работы лазера.
36. Волновые свойства частиц, длина волны де Бройля. Соотношение неопределённости для координаты и импульса. Опыты по дифракции электронов.
37. Волновая функция, её вероятностная интерпретация. Операторы координаты и импульса. Средние значения операторов физических величин. Уравнение Шредингера.
38. Прохождение частиц через потенциальные барьеры и ямы. Туннельный эффект.
39. Момент импульса в квантовой механике и его квантование. Спин элементарных частиц. Связь механического и магнитного моментов. Опыты Штерна и Герлаха.
40. Атом водорода и водородоподобные атомы. Спектр излучения атома водорода. Колебательные и вращательные переходы в молекулах.
41. Тождественность частиц, понятие о бозонах и фермионах. Принцип запрета Паули. Электронная структура атомов, квантовомеханическое объяснение таблицы Менделеева.
42. Радиоактивный распад, период полураспада и время жизни. Виды ядерных распадов. Закон Гейгера-Неттола для альфа-распада и его объяснение. Непрерывность спектра бета-распада и его объяснение.
43. Ядерные реакции. Деление ядер под действием нейтронов, цепная ядерная реакция.

4. Порядок сдачи государственного экзамена

К государственному экзамену допускаются обучающиеся, освоившие в полном объёме дисциплины "Общая физика: механика", "Общая физика: теплота и молекулы", "Общая физика: электромагнетизм", "Общая физика: волны и кванты", и не имеющие по ним академических задолженностей.

Перед государственным экзаменом проводятся консультации обучающихся по вопросам программы государственного экзамена.

Формат проведения государственного экзамена: письменный и устный

1. Порядок проведения письменной части экзамена.

Письменная часть экзамена проводится в отдельный день. Время выполнения письменной работы: 4 астр. часа. Письменная работа состоит из расчётных задач, в которых студенты должны получить корректный числовой ответ.

Работа оценивается по 10-бальной шкале. Итоговая оценка за экзамен не может превышать оценку за письменный экзамен более, чем на 3 балла по 10-бальной шкале.

2. Порядок проведения устной части экзамена.

Устный экзамен проводится перед комиссией в составе из не менее 3-х преподавателей.

К устной части экзамена студент готовит "вопрос по выбору" -- доклад по любой выбранной студентом теме, связанный с программой курса. При докладе вопроса по выбору студент может пользоваться кратким планом ответа, иллюстрационными материалами и заранее подготовленной презентацией.

Устная часть экзамена включает в себя анализ письменной работы, ответ студента на вопрос по выбору и ответ на вопрос экзаменационного билета.

Экзаменационный билет содержит один вопрос из программы курса. Студент вытягивает 1 билет.

На подготовку ответа устного экзамена студенту отводится 30 минут.

Во время подготовки к ответу разрешается пользоваться программой курса, использование других материалов запрещено.

После завершения устного ответа члены ГЭК могут задавать дополнительные и уточняющие вопросы по программе курса, в том числе требующие дополнительного времени на подготовку.

Общая продолжительность устного опроса студента не должна превышать 30 минут.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения государственного экзамена

- лекционная аудитория для проведения консультаций;
- аудитория для проведения аттестационного испытания, оснащенная рабочими местами для обучающихся и государственной экзаменационной комиссии, оснащённая доской и мультимедийным оборудованием для презентаций.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Общий курс физики / Д. В. Сивухин. – Москва: Физматлит, 2019
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. Основы физики [Текст] : Курс общей физики : в 2 т. Т. 2 : учебник для вузов. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика / В. Е. Белонучкин, Д. А. Заикин, Ю. М. Ципенюк ; под ред. Ю. М. Ципенюка .— 2-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2007 .— 608 с.
4. Общая физика. Механика [Текст], учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко, К. М. Крымский , М., МФТИ, 2013
5. Термодинамика, статистическая и молекулярная физика / Н. А. Кириченко. – Москва: Физматкнига, 2012.
6. Электричество и магнетизм [Текст] / Н. А. Кириченко ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) - М.МФТИ, 2017
7. Принципы оптики [Текст] / Н. А. Кириченко; М-во образования Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) - М.МФТИ, 2016

Дополнительная литература

-

7. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

При подготовке к письменной части государственного экзамена обучающимся рекомендуется решить несколько экзаменационных контрольных работ государственного экзамена за предшествующие годы. Эти варианты размещены на сайте кафедры общей физики МФТИ.

При этом студенту рекомендуется выявить типы задач, в которых у него возникают трудности и обратить особое внимание на эти типы задач при подготовке к экзамену. Если возникают вопросы, которые студент не может самостоятельно решить с помощью рекомендуемой литературы, эти вопросы рекомендуется задать на консультации, проводимой преподавателем кафедры по соответствующей дисциплине.

При подготовке к устной части государственного экзамена обучающимся рекомендуется вспомнить темы дисциплин общей физики, входящие в программу устной части государственного экзамена, используя при необходимости конспекты лекций и рекомендуемую литературу. После повторения каждой темы обучающемуся рекомендуется самостоятельно написать формулы, содержащиеся в программе устной части государственного экзамена, и их краткий вывод без использования литературы и вспомогательных средств.

Если возникают вопросы, которые студент не может самостоятельно решить с помощью рекомендуемой литературы, эти вопросы рекомендуется задать преподавателям на консультации до проведения государственного экзамена.

8. Методика и критерии оценки государственного экзамена

Результаты сдачи государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешную сдачу государственного экзамена.

Критерии оценок за письменную часть государственного экзамена:

За каждую задачу установлено определенное количество баллов, указанное в экзаменационном задании. Для получения за письменную часть оценки «отлично» студенту, как правило, необходимо набрать не менее 80% полной суммы баллов, для получения оценки «хорошо» — не менее 60%, для получения оценки «удовлетворительно» — не менее 30%.

Критерии оценивания устного ответа:

отлично (10) – правильный, четкий и уверенный ответ на оба вопроса билета и дополнительные вопросы;

отлично (9) – даны правильные ответы на оба вопроса билета и дополнительные вопросы с незначительными неточностями;

отлично (8) – даны ответы на оба вопроса билета и дополнительные вопросы после небольших исправлений и наводящих вопросов экзаменаторов;

хорошо (7) – даны ответы на оба вопроса билета, но нет верного ответа на один из дополнительных вопросов;

хорошо (6) – есть недочеты в ответе на один из вопросов билета и нет верного ответа на один из дополнительных вопросов;

хорошо (5) – есть недочеты в ответах на оба вопроса билета и нет верного ответа на один из дополнительных вопросов;

удовлетворительно (4) – есть недочеты в ответах на оба вопроса билета или нет ответа ни на один из дополнительных вопросов;

удовлетворительно (3) – нет ответа на один из вопросов билета, но есть ответы на дополнительные вопросы (возможно с недочетами);

неудовлетворительно (2) – нет ответа на один из вопросов билета и на дополнительные вопросы;

неудовлетворительно (1) – нет ответа ни на один из вопросов билета.

9. Особенности проведения государственной итоговой аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов государственная итоговая аттестация проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальные особенности).

При проведении ГИА обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

– проведение государственной итоговой аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении ГИА;

– присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами ГЭК);

– пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении ГИА с учетом их индивидуальных особенностей;

– обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях.

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность сдачи обучающимся инвалидом государственного аттестационного испытания может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут.

Обучающийся инвалид не позднее, чем за 3 месяца до начала проведения ГИА подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в дирекции института).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности.

10. Примеры контрольных заданий, билетов

Примеры заданий приведены в приложении

Приложение

Примеры задач письменной части госэкзамена по физике для студентов ФБВТ

1. Сможет ли космонавт, подпрыгнув, покинуть навсегда астероид, масса которого $M = 10^{16}$ кг и радиус $R = 10$ км? Считайте, что на Земле космонавт может подпрыгнуть на 1 м. Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг².
2. Считая Землю однородным шаром радиуса $R = 6400$ км и плотностью $\rho = 5,5$ г/см³, оцените давление в центре Земли.
3. Бильярдному шару массой $m=125$ г, лежащему на шероховатой поверхности стола, сообщили в горизонтальном направлении начальную поступательную скорость $v = 2$ м/с. Найти скорость центра шара к моменту установления качения без проскальзывания.
4. Юла, раскрученная до частоты $n=20$ об/с, установлена на гладком столе под некоторым углом к вертикали. Частота прецессии оказалась равна $N=1$ об/с. Определить момент инерции юлы, если расстояние от точки опоры до центра масс равно $a=5$ см, а масса юлы $m=200$ г.
5. Самолёт при скорости $u=300$ км/ч делает поворот радиусом $R=100$ м. Пропеллер с моментом инерции $I = 7$ кг·м² делает $n=1000$ об/мин. Найти момент гироскопических сил M , действующих на вал пропеллера.
6. Однородный стержень массы $m=1$ кг и длины $l=1$ м подвешен за один из концов и совершает малые колебания в вертикальной плоскости. Найти среднюю за период кинетическую энергию стержня K , если максимальный угол отклонения от вертикали равен $\varphi_0 = 10^\circ$.
7. С какой скоростью v должен идти человек по салону автобуса по направлению к кабине водителя, чтобы "взлететь" (потерять вес). Автобус преодолевает вершину холма с радиусом кривизны $R=42$ м. Скорость автобуса $u=72$ км/ч. Человек находится в центре автобуса.
8. Какую работу должен совершить человек, чтобы пройти от периферии к центру карусели, равномерно вращающейся с угловой скоростью $\omega = 1$ рад/с? Радиус карусели $R=5$ м, масса человека $m=60$ кг.
9. Найти удлинение тонкого стержня Δl , подвешенного за один конец в поле тяжести, если скорость звука в нём равна $c=3 \cdot 10^3$ м/с. Начальная длина стержня $l = 2$ м.
10. Найти упругую энергию, запасённую в стальном кубике со стороной $a=1$ см, сжатого равномерно со всех сторон давлением $P=100$ атм. Модуль Юнга $E=2 \cdot 10^{11}$ Н/м², коэффициент Пуассона $\mu = 0,3$.
11. На столе стоит наполненный водой цилиндрический сосуд высотой 50 см. На какой высоте от дна сосуда следует сделать отверстие, чтобы струя из него попала на поверхность стола на максимальном расстоянии от сосуда?
12. Найти высоту поднятия жидкости между двумя плоскими параллельными стеклянными пластинами, расположенными на расстоянии $h = 1$ мм. Угол смачивания стекла водой $\theta = 30^\circ$, коэффициент поверхностного натяжения на границе вода---воздух $\sigma = 73 \cdot 10^{-3}$ Н/м.
13. Каково давление в пузырьках воздуха, образующихся в воде на глубине 3,5 м? Диаметр пузырьков 4 мкм, атмосферное давление нормальное. Коэффициент поверхностного натяжения на границе вода-воздух $\sigma = 73 \cdot 10^{-3}$ Н/м.
14. Один моль молекулярного кислорода адиабатически сжимается, в результате чего его температура возросла от 0°C до 200°C. Найти работу, затраченную на сжатие газа, и отношение конечного и начального объёмов.
15. Найти полную энергию теплового движения молекул аммиака NH_3 , находящихся в баллоне объёмом 10 л при давлении 18 мм рт. ст. Молекулы считать жёсткими.
16. Найти приращение энтропии при расширении 2 г молекулярного водорода от объёма 1,5 л до объёма 4,5 л, если процесс расширения происходит изотермически.

17. Сосуд объёмом 1 л, заполненный водой при 300 К, привели в контакт с куском железа массой 0,1 кг, нагретым до 500 К. Определить изменение энтропии системы к моменту установления теплового равновесия. Теплоёмкость воды и железа считать независимыми от температуры и равными 4,18 и 0,45 Дж/(г·К) соответственно.
18. Теплоизолированный сосуд разделен на две равные части перегородкой. В одной половине содержится 10 г молекулярного водорода, вторая половина откачана до высокого вакуума. Перегородку убирают и газ заполняет весь объём. Считая газ идеальным, найти изменение его энтропии.
19. Определить температуру кипения воды на вершине Эвереста, где атмосферное давление составляет 250 мм рт. ст. Теплоту парообразования воды считать независимой от температуры и равной $\Lambda = 41$ кДж/моль.
20. Найти число ударов молекул, испытываемое в секунду пылинкой диаметром $d = 10$ мкм в воздухе при температуре $T = 300$ К и нормальном атмосферном давлении.
21. В эксперименте Кавендиша по определению гравитационной постоянной использовался крутильный маятник с периодом колебаний $\tau = 15$ мин и моментом инерции $J = 5$ кг·м². Найти средний квадрат угла отклонения $\langle \varphi^2 \rangle$ маятника от положения равновесия из-за тепловых флуктуаций при температуре $T = 300$ К.
22. Найти среднеквадратичную флуктуацию числа частиц в 1 см³ воздуха при нормальных условиях.
23. Коэффициент вязкости азота при комнатной температуре и атмосферном давлении составляет $\eta = 18 \cdot 10^{-6}$ Па·с. Оценить коэффициент теплопроводности азота и газокинетический диаметр молекулы азота.
24. Оценить количество тепла в расчёте на 1 м², теряемое комнатой в единицу времени через однокамерный стеклопакет с расстоянием между стеклами $h = 23$ мм, если разность температур между комнатой и улицей составляет $\Delta t = 50$ °С. Коэффициент теплопроводности воздуха считать не зависящим от температуры и равным $\kappa = 2,3 \cdot 10^{-2}$ Вт/(м·К).
25. Оценить, за какое время молекула HCN смещается в воздухе при комнатной температуре от исходного положения на расстояние порядка 10 см. Длину свободного пробега принять равной $\lambda \sim 10^{-5}$ см.
26. Оценить коэффициент диффузии сильно разреженного молекулярного азота по трубке диаметром 1 см при комнатной температуре. Считать, что разрежение таково, что длина свободного пробега молекул ограничивается диаметром трубки (высокий вакуум).
27. Оценить силу притяжения точечного заряда q и изолированного проводящего шара радиуса R , находящихся в вакууме на большом расстоянии $r \gg R$ друг от друга.
28. Найти силу взаимодействия точечного электрического диполя, имеющего момент p , с проводящей плоскостью. Диполь расположен параллельно плоскости на расстоянии a от неё.
29. Найти объёмную плотность ρ электрического заряда в атмосфере, если известно, что напряженность электрического поля у поверхности Земли равна $E_0 = 100$ В/м, а на высоте $h = 1,5$ км падает до $E_1 = 25$ В/м. Считать заряд распределённым равномерно.
30. Найти диэлектрическую проницаемость газа с концентрацией $n = 3 \cdot 10^{19}$ см⁻³, частицы которого можно считать проводящими шариками радиуса $r_0 = 10^{-7}$ см.
31. По круговому витку радиусом $r = 1$ см протекает ток $J = 1$ А. Найти магнитное поле в плоскости витка на расстоянии $L = 10$ м от него.
32. Постоянный магнит представляет собой длинный тонкий цилиндр с однородной намагниченностью M , направленной вдоль его оси. Найти магнитное поле B на торце магнита.
33. Найти силу, действующую на небольшой сверхпроводящий шарик диаметром $d = 1$ мм, расположенный на расстоянии $r = 5$ см от прямого провода с током $I = 10$ А.

34. Медное кольцо радиуса $a = 10$ см с сечением $S = 1$ мм² находится в перпендикулярном ему однородном магнитном поле $B_0 = 10^3$ Гс. В некоторый момент поле выключают. Пренебрегая самоиндукцией, найти суммарный заряд, который протечёт через сечение кольца. Проводимость меди $\lambda = 5,3 \cdot 10^{17}$ с⁻¹.
35. Какую мощность нужно подводить к контуру с параметрами: $C = 1$ нФ, $L = 6$ мкГн, $R = 0,5$ Ом для поддержания в нём незатухающих колебаний на резонансной частоте с амплитудой напряжения на конденсаторе 10 В?
36. Параметры колебательного контура имеют следующие значения: $C = 4$ мкФ, $L = 0,1$ мГн, $R = 1$ Ом. Чему равна полуширина резонансной кривой контура?
37. В тонкой клиновидной пластинке в отражённом монохроматическом свете при нормальном падении наблюдаются интерференционные полосы. Расстояние между соседними тёмными полосами $\Delta x = 5$ мм. Найти угол между гранями пластинки. Длина волны $\lambda = 5800$ А, показатель преломления пластинки $n = 1,5$.
38. Оценить максимальный номер интерференционной полосы m , которую можно наблюдать в интерференционной схеме Юнга, если в опыте используется квазимонохроматический источник с длиной волны $\lambda = 500$ нм, имеющий время когерентности $\tau = 10^{-10}$ с.
39. На экран с двумя узкими параллельными щелями падают лучи непосредственно от Солнца. Перед щелями установлен светофильтр на длину волны $\lambda = 500$ нм. При каком расстоянии d между щелями могут наблюдаться интерференционные полосы за экраном? Угловой размер Солнца $\psi \approx 10^{-2}$ рад.
40. Круглое отверстие радиуса $r = 1$ см в непрозрачном экране освещается нормально падающей плоской волной с частотой $\nu = 300$ ГГц. Найти положения максимумов интенсивности на оси за отверстием.
41. Линза с фокусным расстоянием $f = 50$ см и диаметром $D = 5$ см освещается параллельным монохроматическим пучком света с длиной волны $\lambda = 630$ нм. Оценить размер фокального пятна.
42. На фотографии центра Москвы с высоты 100 км хорошо видны Большой театр и скульптурная группа лошадей на нём. Оцените минимальный диаметр объектива фотоаппарата, если на фотоснимке различаются ноздри коней, расстояние между которыми равно 30 см. Атмосферными флуктуациями пренебречь.
43. Определить разрешающую способность дифракционной решётки шириной 2 см в третьем порядке, если период решётки равен $d = 0,005$ мм. Считать, что вся поверхность решётки освещается когерентно.
44. Дифракционная решётка освещается непосредственно Солнцем (угловой размер $\psi = 10^{-2}$ рад). Оценить минимальный размер решётки D , при котором полностью используется её разрешающая способность в первом порядке дифракции. Период решётки равен $d = 0,005$ мм.
45. Оценить добротность резонатора, состоящего из двух параллельных плоских зеркал. Длина волны равна $\lambda = 500$ нм, расстояние между зеркалами $L = 1$ м, коэффициент отражения по интенсивности $r = 0,99$.
46. При некотором угле падения угол преломления светового луча в жидкости равен 30° . Определить показатель преломления этой жидкости, если отражённый от её поверхности луч максимально поляризован.
47. Найти наименьшую толщину d пластинки кварца, вырезанной параллельно оптической оси, чтобы падающий на неё линейно поляризованный свет мог выходить поляризованным по кругу. Показатели преломления $n_e = 1,5533$, $n_o = 1,5442$. Длина волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$ см.
48. Уединённый цинковый шарик облучается ультрафиолетовым светом с $\lambda = 250$ нм. До какого максимального потенциала зарядится шарик? Работа выхода электрона для цинка равна 3,74 эВ.

49. Какова должна быть кинетическая энергия электронов для электронной микроскопии структур с характерными размерами 10^{-8} см?
50. Пользуясь соотношением неопределённостей, оцените по порядку величины энергию ионизации атома водорода.
51. Частица массы m заключена в одномерном потенциальном ящике шириной l с абсолютно непроницаемыми стенками. Оценить силу давления на стенки ящика частицы, находящейся в основном состоянии.
52. Найти минимальную кинетическую энергию электрона, при которой он без отражения пройдёт над одномерной прямоугольной потенциальной ямой глубиной $U=2,5$ эВ размером $a=1$ А.
53. Электрон с энергией 12,5 эВ сталкивается с неподвижным атомом водорода, находящимся в основном состоянии. Найдите минимально возможную энергию рассеянного электрона. Энергией отдачи атома пренебречь.
54. Вычислить энергию возбуждения дважды ионизованного иона лития ${}^7\text{Li}^{2+}$ и длину волны линии излучения, соответствующей переходу с $n=2$ на $n=1$.
55. Вычислить энергию ионизации позитрония e^+e^- , находящегося в основном состоянии.
56. Атом водорода находится в 2р-состоянии. Определить возможные значения магнитного момента атома.
57. Щель шириной 10 мкм нормально освещается светом от водородной лампы. Найти угловое расстояние между минимумами первого порядка, соответствующими красной H_α и голубой (H_β) линиям серии Бальмера.
58. Колебательный квант молекулы кислорода равен 0,2 эВ. Оценить среднеквадратичное смещение атомов кислорода при нулевых колебаниях.
59. Период полураспада полония-210 составляет $T=140$ сут. При распаде полоний испускает α -частицы со средней кинетической энергией $E = 5,3$ МэВ. Насколько можно нагреть 1 грамм воды с помощью $m=1$ мкг полония за $t=1$ ч?
60. В реакции синтеза ядер дейтерия и трития $D + T \rightarrow \alpha + n$ выделяется энергия $Q = 17,8$ МэВ. Какова энергия, уносимая нейтроном?