

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Кафедра Общей физики и ядерного синтеза

**ПРОГРАММА ЭКЗАМЕНА**

**по дисциплине «Физика (общая)», 2 семестр**

**Направление подготовки:** 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика (ИТАЭ)

**Наименование образовательных программ:**

- Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике,
- Техника и физика низких температур,
- Теплофизика.
- Атомные электростанции и установки,
- Термоядерные реакторы и плазменные установки.

**Уровень образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

**1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ**

Экзамен проводится в устной форме. Продолжительность подготовки обучающегося составляет до 60 минут. Время опроса обучающегося не более 30 мин. Экзаменатор оценивает объем ответа по билету, вправе задать обучающемуся дополнительные теоретические и практические вопросы из перечня вопросов дисциплины.

Обучающийся может пользоваться рабочей программой дисциплины и калькулятором.

Экзаменационный билет по дисциплине «Физика (общая)» состоит из 3 заданий:

- 1 задание представляет собой стандартную типовую задачу либо по разделу «Механика», либо по разделу «Молекулярная физика и термодинамика»;
- 2 задание представляет развернутый теоретический вопрос, в ответе на который студент должен продемонстрировать знание теоретических основ дисциплины, знание определений физических величин, знание соотношений, связывающих различные физические величины, знание формулировок физических законов, умение обосновать условия применения основных физических законов;
- 3 задание представляет собой краткий теоретический вопрос, для ответа на который необходимо сформулировать определения физических величин, привести формулировки физических законов.

**2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ**

1. Материальная точка. Абсолютно твердое тело. Система отсчета. Способы задания положения точки в пространстве. Кинематический закон движения материальной точки. Перемещение, скорость, ускорение. Путь.
2. Ускорение материальной точки; нормальное и тангенциальное ускорения. Кинематический закон движения материальной точки в случае постоянного ускорения. Движение тел в поле силы тяжести. Границы применимости классического способа описания движения точки.

3. Понятие силы. Инерция и масса. Инерциальные системы отчета. Законы Ньютона. Некоторые виды сил, рассматриваемых в механике (гравитационная, упругая, сила трения).
4. Внутренние и внешние силы системы материальных точек. Импульс материальной точки и импульс системы материальных точек. Импульс силы. Закон сохранения импульса для материальной точки и для системы материальных точек.
5. Система материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс системы материальных точек.
6. Преобразования Галилея. Инварианты преобразований Галилея. Классический закон сложения скоростей. Механический принцип относительности Галилея.
7. Понятие механической работы. Работа переменной силы. Потенциальные и непотенциальные силы. Вывод работы потенциальных сил, рассматриваемых в механике. Центральные силы.
8. Энергия. Различные формы существования энергии. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Физический смысл кинетической энергии системы тел.
9. Потенциальная энергия. Связь между силой и потенциальной энергией. Изменение потенциальной энергии. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия и упругой деформации.
10. Закон сохранения механической энергии и условия его выполнимости. Использование законов сохранения импульса и механической энергии в случае абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов.
11. Поступательное и вращательное движения абсолютно твердого тела. Кинематические характеристики вращательного движения (угловое перемещение, угловая скорость и угловое ускорение) и их связь с параметрами поступательного движения. Основное уравнение динамики вращательного движения (без вывода).
12. Вращательное движение абсолютно твердого тела. Динамические характеристики вращательного движения твердого тела (момент инерции, момент силы и момент импульса). Уравнение моментов.
13. Момент импульса твердого тела относительно точки. Закон сохранения момента импульса и условия его выполнения. Момент инерции материальной точки и твердого тела. Теорема Штейнера и ее доказательство.
14. Основное уравнение динамики вращательного движения абсолютно твердого тела; характеристика всех величин, входящих в это уравнение. Кинетическая энергия вращающегося тела. Теорема Кенига и ее доказательство.
15. Механические гармонические колебания; характеристики колебаний. Дифференциальное уравнение незатухающих колебаний на примере пружинного маятника. Превращение энергии при колебаниях.

16. Механические гармонические колебания; характеристики колебаний. Дифференциальное уравнение незатухающих колебаний на примере физического маятника. Математический маятник как частный случай физического. Приведенная длина физического маятника.
17. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение. Характеристики затухающих колебаний. Вынужденные колебания. Представление колебаний с помощью вращающегося радиуса-вектора. Резонанс.
18. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и следствия из них (относительность понятия одновременности, длительность события, Лоренцево сокращение длины). Собственное время и собственная длина.
19. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей. Предельность скорости света в вакууме. Пространственно-временной интервал между событиями.
20. Релятивистская динамика. Масса, сила и импульс в специальной теории относительности. Запись второго закона Ньютона в релятивистском случае. Взаимосвязь массы и энергии. Взаимосвязь энергии и импульса.
21. Молекулярно–кинетический и термодинамический методы исследования систем частиц. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Параметры состояния системы. Равновесное состояние и равновесный процесс. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории для давления идеального газа.
22. Распределение Максвелла молекул по модулям скоростей. Принцип детального равновесия. Смысл функции распределения. Зависимость функции распределения от температуры.
23. Наиболее вероятная, средняя и средняя квадратичная скорости молекул идеального газа.
24. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.
25. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории для энергии. Физический смысл температуры. Средняя квадратичная скорость молекул идеального газа.
26. Внутренняя энергия системы молекул и внутренняя энергия идеального газа. Понятие числа степеней свободы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Способы изменения внутренней энергии. Формулировка первого начала термодинамики.
27. Количество теплоты и работа. Теплоемкость идеального газа. Определение работы газа в произвольном процессе. Первое начало термодинамики. Его различные формулировки. Вечный двигатель первого рода. Применение первого начала термодинамики к изобарическому и изотермическому процессам.
28. Первое начало термодинамики. Его различные формулировки. Вечный двигатель первого рода. Применение первого начала термодинамики к изохорическому и адиабатическому процессам.
29. Адиабатный процесс. Вывод уравнения Пуассона в  $(p, V)$  и  $(V, T)$  параметрах. Сравнение адиабатного и изотермического процессов. Работа в адиабатном процессе.

30. Молекулярно-кинетический анализ изопроцессов идеального газа. Вывод уравнения адиабатного процесса с помощью молекулярно-кинетических представлений.
31. Политропные процессы в идеальном газе. Вывод уравнения политропы. Изопроцессы как частные случаи политропного. Связь между теплоемкостью идеального газа в политропном процессе и показателем политропы. Ограниченность классической теории теплоемкости.
32. Обратимые и необратимые процессы и циклы. Примеры таких процессов. Тепловая машина и ее КПД. Холодильная машина. Цикл Карно и его КПД (без вывода). Теорема Карно.
33. Тепловые машины. Цикл Карно. Вывод КПД цикла Карно. Второе начало термодинамики и его различные формулировки. Вечный двигатель второго рода.
34. Энтропия как функция состояния термодинамической системы. Основное свойство энтропии. Формулировка второго начала термодинамики с помощью понятия «энтропия». Статистический смысл второго начала термодинамики.
35. Силы взаимодействия молекул. Потенциальная энергия взаимодействия. Столкновения молекул. Понятие эффективного диаметра молекулы и эффективного сечения процесса столкновения. Средняя длина свободного пробега молекулы и ее зависимость от давления и температуры.
36. Явления переноса. Диффузия как явление переноса. Закон диффузии Фика. Качественное и количественное описание диффузии, исходя из молекулярно–кинетической теории. Коэффициент диффузии и его зависимость от давления и температуры.
37. Явления переноса. Теплопроводность как явление переноса. Закон Фурье.. Качественное и количественное описание теплопроводности, исходя из молекулярно–кинетической теории. Коэффициент теплопроводности и его зависимость от давления и температуры.
38. Вязкость как явление переноса. Закон Пуазейля. Закон Ньютона для внутреннего трения. Коэффициент динамической вязкости и его зависимость от давления и температуры.
39. Связь коэффициентов диффузии, теплопроводности и динамической вязкости. Зависимости этих коэффициентов от давления и температуры.
40. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и изотермы Эндрюса. Критическое состояние вещества.
41. Реальные газы. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля–Томсона.

### 3. КРИТЕРИИ ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ

Требования к решению задач по разделу «механика»:

- выполнить необходимые рисунки, поясняющие ход решения,
- указать на рисунках **все** используемые в решении векторные величины,
- указать выбранную систему координат (если это необходимо),
- рассмотреть условия применимости используемых физических законов,
- записать выражение закона в векторном виде (если возможно),
- записать выражение закона в скалярном виде,

- обосновать связь векторных величин, характеризующих поступательное и вращательное движение (при наличии),
- решить систему алгебраических уравнений в общем виде, получив выражение для неизвестной величины,
- выполнить подстановку численных значений, если они заданы в условии задачи,
- записать ответ с указанием единиц измерения.

Требования к решению задач по разделу «молекулярная физика и термодинамика»:

- построить  $(p, V)$ -диаграммы описанных в условии процессов (если не требуется иное),
- записать выражения законов, необходимых для решения задачи,
- ввести обозначения параметров состояния газа в каждом состоянии,
- решить систему алгебраических уравнений в общем виде, получив выражение для неизвестной величины,
- выполнить подстановку численных значений, если они заданы в условии задачи,
- записать ответ с указанием единиц измерения.

**Оценка 5** выставляется, если на все задания экзаменационного билета даны полные и исчерпывающие ответы, имеются обоснования применимости всех использованных физических законов; даны полные ответы на дополнительные вопросы экзаменатора.

**Оценка 4** выставляется, если есть ответы на все задания, но наблюдаются неточности в ответах (не выполнены все требования к решению задач, в решении задач имеются недочеты и неточности, ответ на 2 задание не полный, в формулировках задания 3 имеются неточности или недочеты, обоснованы не все использованные законы и т.п.); ответы на дополнительные вопросы экзаменатора содержат неточности и недочеты.

**Оценка 3** выставляется, если есть полный ответ на 2 и 3 задания, но в решении задачи допущены серьезные ошибки. Также оценка 3 ставится при наличии полного и правильного решения задания 1, но имеющих существенных ошибок в ответах на задания 2 и 3; ответы на дополнительные вопросы экзаменатора содержат ошибки.

**Оценка 2** выставляется, если отсутствует полный ответ на 2 и 3 задания (имеются отдельные элементы ответов), а решение задачи отсутствует (либо в решении задачи допущены серьезные ошибки) и студент не смог правильно решить дополнительную задачу, выданную экзаменатором.

Лектор

Иванов Д.А.

Зав. кафедрой ОФиЯС

Дедов А.В.

22.05.2026