

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Агафонов Александр Викторович

Должность: директор филиала

Дата подписания: 04.07.2026 14:08:18

Уникальный программный ключ:

7559477a5ec7066c3d116404411e0b03145006

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра информационных технологий,
электроэнергетики и систем управления



Методические рекомендации по подготовке и защите
расчетно-графической работы по дисциплине

Физика

(наименование дисциплины)

Специальность

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические
средства**

(код и наименование направления подготовки)

Специализация

«Автомобили и тракторы»

(наименование профиля подготовки)

Квалификация
выпускника

инженер

Форма обучения

очная, заочная

Чебоксары, 2022

Методические указания разработаны в соответствии с:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №935 от 11 августа 2020 года, зарегистрированный в Минюсте 25 августа 2020 года, рег. номер 59433

- учебным планом (очной, заочной форм обучения) по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства;
- рабочей программой дисциплины «Физика».

Автор Самсонов Алексей Михайлович, ст.преподаватель кафедры Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

Методические указания одобрены на заседании кафедры информационных технологий, электроэнергетики и систем управления (протокол № 11 от 14.05.2022 г.)

В Методических рекомендациях изложены методология и методика подготовки расчетно-графических работ, а также требования к их оформлению; кроме того, определены основные обязанности кафедры транспортно-энергетических систем и научных руководителей по руководству, даны рекомендации студентам по их защите.

Методические рекомендации предназначены для руководителей расчетно-графических работ, а также для студентов всех форм обучения обучающихся по направлению по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства в Чебоксарском институте (филиале) Московского политехнического университета.

1. Порядок выбора и утверждения темы расчетно-графической работы

Тема расчетно-графической работы определяется студентом совместно с преподавателем на основании перечня направлений научно-исследовательской деятельности, ежегодно утверждаемых кафедрами, и затем формулируется им в первоначальной редакции.

2. Структура и содержание расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа должен отвечать следующим требованиям к структуре:

- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Во введении обсуждается постановка задачи, выбор и обоснование начальных условий. В основной части приводятся все произведенные расчеты. В заключении анализируются и обсуждаются полученные результаты.

Номер варианта расчетно-графической работы выбирается обучающимся по последней цифре в шифре номера зачетной книжки. Так, например, если последняя цифра шифра 1, то обучающийся выполняет расчетно-графическую работу по варианту № 1.

По этому номеру и по таблице вариантов (таблица 1) находятся задачи, которые должен решить студент.

Таблица 1

Задачи	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
2	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
3	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
4	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
5	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
6	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
7	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260
8	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270

3. Порядок оформления расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа выполняется на компьютере на стандартных листах А4. Текст печатается на одной стороне листа. На странице должно **располагаться 28-30 строк, каждая из которых содержит 60-65 знаков, включая пробелы. Междустрочный интервал – 1,5, шрифт текста – 14 (Times New Roman), в таблицах - 12, в подстрочных сносках -10.** Текст печатается строчными буквами (кроме заглавных), выравнивается по ширине с использованием переносов слов. На титульном листе надпись: расчетно-графическая работа печатается 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом внутри самой работы не допускается. Однако заголовки и подзаголовки при печатании текста письменной работы выделяются полужирным шрифтом. Абзацный отступ должен **соответствовать 1,25 см** и быть одинаковым по всей работе.

Ориентировочный объем расчетно-графической работы составляет **25-35 страниц**. В данный объем не входят приложения и список использованных источников. По согласованию с преподавателем объем работы может быть увеличен.

Страницы, на которых излагается текст, должны иметь поля: **левое -30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм.**

В тексте работы «Введение», название глав, «Заключение» и «Список использованной литературы» печатаются (начинаются) с новой страницы.

Расстояние между заголовком и подзаголовком, заголовком и последующим текстом, подзаголовком и предыдущим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами, а между подзаголовком и последующим текстом - одним полуторным межстрочным интервалом.

Главы письменных работ нумеруются арабскими цифрами и должны начинаться с новой страницы (листа). Номер главы состоит из числа: 1, 2 и т.д.

Заголовки (подзаголовки) располагаются центрированным (посередине текста) способом.

Страницы письменных работ должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в внизу поля страницы по центру без точки в конце. Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. В работе второй страницей является содержание.

Титульный лист должен содержать наименование учебного заведения, формы обучения, обозначение характера работы (курсовая), ее тему, фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы, ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы, графы «Дата сдачи», «Допустить к защите», «Дата защиты», «Оценка», место и год написания работы.

Оглавление работы, которое следует после титульного листа, должно содержать названия элементов структуры работы и номера листов, с которых они начинаются.

При использовании литературы и цитировании отдельных научных положений студент обязан осуществлять в сносках ссылки на авторов и источники, откуда он заимствует материал (фамилия и инициалы автора,

название работы, место и год издания, конкретная страница, откуда заимствована цитата). При этом цитирование допускается только в ограниченном объеме, оправданном целью цитирования (для обоснования актуальности рассматриваемого вопроса; демонстрации различных взглядов, существующих в науке по проблемам темы, подтверждения или опровержения выдвигаемых студентом тезисов и т.п.).

Прямое цитирование в тексте обязательно оформляется с помощью кавычек. В случае буквального воспроизведения положений научных трудов без указания на их названия и авторов расчетно-графическая работа к защите не допускается.

В списке использованных источников должны быть указаны только те материалы, на которые имеется ссылка (сноска) в работе.

Если в курсовой работе имеются приложения, их необходимо пронумеровать. Все листы расчетно-графической работы должны быть пронумерованы.

Нумерация страниц в курсовой работе должна быть сплошной. Студент отвечает за грамотность и аккуратность оформления расчетно-графической работы.

Наличие грамматических, орфографических и пунктуационных ошибок либо небрежное оформление работы может послужить причиной неудовлетворительной оценки работы.

4. Порядок представления расчетно-графической работы на защиту

Расчетно-графическая работа, подготовленный студентом в окончательной форме, должна быть представлена делопроизводителю кафедры в следующем комплекте:

в письменной форме в прошитом, сброшюрованном или скрепленном виде – 1 экземпляр;

в электронной форме посредством направления на электронный почтовый адрес кафедры транспортно-энергетических систем ttm@chebpolytech.ru – 1 экземпляр.

Делопроизводитель кафедры после регистрации факта и даты сдачи расчетно-графической работы передает ее для проверки научным руководителем.

Передача расчетно-графической работы в электронной форме может быть осуществлена путем направления ее студентом непосредственно научному руководителю по электронной почте.

После поступления расчетно-графической работы на кафедру научный руководитель проверяет ее в течение 14 календарных дней с момента поступления на кафедру, после чего возвращает ее делопроизводителю со своим отзывом. В отзыве указываются следующие положения:

- наименование учебного заведения, кафедры, формы обучения;
- обозначение характера работы (курсовая), ее тему;
- фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы;
- ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы;
- соответствие представленной расчетно-графической работы общим

требованиям, указанным в настоящих Методических указаниях;

- указание на имеющиеся в курсовой работе недостатки (как по форме, так и по содержанию работы), не препятствующие допуску работы к защите;
- вывод о возможности допуска расчетно-графической работы к защите.

В случае если поставленные научным руководителем вопросы не ясны студенту, он вправе уточнить их у научного руководителя лично во время его еженедельных консультаций (дежурств на кафедре) или дистанционно через электронную почту.

В случае формулирования научным руководителем вывода о невозможности допуска расчетно-графической работы к защите расчетно-графическая работа подлежит подготовке заново с учетом замечаний, указанных научным руководителем, и повторному представлению на защиту в порядке, предусмотренном разделами 3-5, тому же научному руководителю.

5. Порядок защиты расчетно-графической работы

Защита расчетно-графической работы может проводиться только научному руководителю.

Защита расчетно-графической работы проводится в форме, установленной научным руководителем. При устной форме защиты расчетно-графической работы студент должен подготовить ответы на вопросы, поставленные ему научным руководителем в рецензии.

Научный руководитель вправе по своему усмотрению задавать студенту дополнительные вопросы для проверки уровня и качества освоения им знаний по теме расчетно-графической работы, а также для дополнительной проверки самостоятельности выполнения расчетно-графической работы.

По итогам защиты научный руководитель определяет, может ли быть защита зачтена, или требуется повторная защита.

По итогам первоначальной или (в случае ее неудачи) повторной защиты расчетно-графической работы научный руководитель ставит отметку о защите расчетно-графической работы в зачетной книжке студента, в ведомости и на титульном листе работы.

После защиты рецензия и расчетно-графическая работа подлежат сканированию самим студентом и заливке в Электронную информационно-образовательную среду (Электронное портфолио) Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета по адресу <http://students.polytech21.ru/login.php>, после чего работа в письменной форме передаются студентом делопроизводителю для хранения в архиве Филиала.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО- ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Основная литература:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 21-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 448 с. — ISBN 978-5-507-55015-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/515100>
2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 20-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 512 с. — ISBN 978-5-507-55016-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/515101>
3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 320 с. — ISBN 978-5-507-50503-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/440198>
4. Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 292 с. — ISBN 978-5-507-53464-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/487382>

Дополнительная литература

1. Айзензон, А. Е. Физика : учебник и практикум для вузов / А. Е. Айзензон. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 335 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00487-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511373>
2. Горлач, В. В. Физика. Самостоятельная работа студента : учебник для вузов / В. В. Горлач, Н. А. Иванов, М. В. Пластинина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 168 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9816-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561804>
3. Ивлиев, А. Д. Физика / А. Д. Ивлиев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 676 с. — ISBN 978-5-507-48769-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362933>
4. Кравченко, Н. Ю. Физика : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19224-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560805>
5. Родионов, В. Н. Физика : учебное пособие для вузов / В. Н. Родионов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 236 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20787-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558786>

6. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебник для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559650>

1. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Ильин, Е. Ю. Бахтина, Н. Б. Виноградова, П. И. Самойленко ; под редакцией В. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560134>

Периодика:

1. Нефтегазовая промышленность: отраслевой журнал. <https://nprom.online>. - Текст: электронный.

2. Бурение и нефть: научно-технический рецензируемый журнал. <https://burneft.ru/ethics>. - Текст: электронный.

4. Задания и методические указания для выполнения расчетно-графической работы студентами очной формы обучения

Механика

Понятие состояния в классической механике. Уравнения движения: Модели в механике. Система отсчета. Траектория, путь, перемещение. Скорость, ускорение. Угловая скорость, угловое ускорение. Связь угловых и линейных характеристик движения. Тангенциальное, нормальное и полное ускорения.

Динамика материальной точки: Первый закон Ньютона. Масса.

Сила. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Силы трения

Законы сохранения: Импульс. Закон сохранения импульса. Центр масс. Энергия. Элементарная работа. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии и превращения энергии. Абсолютно упругий и неупругий удары тел.

Кинематика и динамика твердого тела: Момент инерции. Кинетическая энергия вращения. Момент силы. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Деформации твердого тела. Напряжение. Абсолютная и относительная деформации. Закон Гука. Диаграмма растяжения.

Тяготение. Элементы теории поля: Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Сила тяжести. Вес. Невесомость. Поле тяготения и его силовая и энергетическая характеристики. Работа в поле тяготения. Космические скорости. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.

Механика жидкостей: Давление. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли и следствия из него. Вязкость. Режимы течения жидкостей. Движение тел в жидкостях и газах.

Основы релятивистской механики: Преобразования Галилея. Механический принцип относительности. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца и следствия из них. Интервал между событиями. Основной закон релятивистской динамики материальной точки. Взаимосвязь массы и энергии.

Механические колебания: Гармонические колебания и его характеристики. Физический и математический маятники. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания. Добротность. Автоколебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Резонанс.

Упругие волны: Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение. Фазовая и групповая скорости. Интерференция волн. Стоячие волны. Звуковые волны. Эффект Доплера в акустике.

Молекулярная физика и термодинамика

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) газов, статистическая физика: Статистический и термодинамический методы исследования. Опытные законы идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение МКТ идеальных газов. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

Элементы неравновесной термодинамики: Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Опытное обоснование МКТ (Броуновское движение, опыт Штерна). Теплопроводность. Диффузия. Внутреннее трение (вязкость).

Первое начало термодинамики: Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения по степеням свободы молекул. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении объема. Энтальпия. Теплоемкость. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический и политропный процессы.

Второе и третье начала термодинамики: Круговой процесс (цикл). Обратимые и необратимые процессы. Энтропия системы, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью. Равенство неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики (уравнение Нернста-Планка). Тепловые двигатели, холодильные машины. Цикл Карно и его КПД.

Реальные газы и жидкости: Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение и изотермы Ван-Дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Свободная энергия. Смачивание. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Капиллярные явления.

Твердые тела: Твердые тела. Моно- и поликристаллы. Типы кристаллических твердых тел. Дефекты в кристаллах. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. Аморфные тела. Фазовые переходы первого и второго рода. Диаграмма состояния. Тройная точка.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются по таблицам вариантов.

2. Контрольные работы надо выполнять в школьной тетради, на обложке которой привести следующие сведения: номер контрольной работы, наименование дисциплины, специальность, курс и форму обучения, учебный шифр, фамилия и инициалы студента, а также фамилия ведущего преподавателя.

3. Условия задач в контрольной работе надо переписать полностью без сокращений. Каждую задачу необходимо начинать с новой страницы.

4. В конце контрольной работы следует указать учебники или учебные пособия, которые использовались студентом при решении задач.

5. Контрольную работу на проверку следует сдать в деканаты своих факультетов до начала экзаменационной сессии.

6. Если контрольная работа при проверке не зачтена, студент обязан исправить неверные решения и представить исправленную работу на повторную проверку непосредственно преподавателю. Исправления необходимо сделать в той же тетради.

7. Студент должен быть готов во время зачета или экзамена дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.

8. Решения задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями; в тех случаях, когда это, возможно, сделать схематический чертеж или рисунок, поясняющий содержание задачи.

9. Решать задачу необходимо в общем, виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задач. При таком способе решения не производится вычисления промежуточных величин.

10. После получения сложной расчетной формулы для проверки правильности ее следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин обозначения единиц этих величин, произвести с ним необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.

11. Числовые значения величин при подставке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах СИ. В виде исключения допускает выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющие одинаковые степени.

12. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи

ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать $3,52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1,29 \cdot 10^{-3}$ и т. п.

13. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.

Задачи

101. Точка двигалась в течение $t_1 = 15$ с со скоростью $V_1 = 5$ м/с, в течение $t_2 = 10$ с со скоростью $V_2 = 8$ м/с, и в течение $t_3 = 6$ с со скоростью $V_3 = 20$ м/с. Определить среднюю путевую скорость точки.

102. Три четверти своего пути автомобиль прошел со скоростью $V_1 = 60$ км/ч, остальную часть – со скоростью $V_2 = 80$ км/ч. Какова средняя скорость автомобиля?

103. Первую половину пути тело двигалось со скоростью $V_1 = 2$ м/с, вторую – со скоростью $V_2 = 8$ м/с. Определите среднюю путевую скорость $\langle V \rangle$.

104. Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью $V_1 = 16$ км/ч, вторую половину пути – со скоростью $V_2 = 12$ км/ч. Определите среднюю скорость велосипедиста.

105. Тело падает с высоты $h = 100$ м с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, какой путь пройдет тело за последнюю секунду падения.

106. Зависимость пройденного телом пути от времени задается уравнением $s = At - Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($A = 6$; $B = 3$ м/с; $C = 2$ м/с²; $D = 1$ м/с³). Определите для тела в интервале времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 4$ с: 1) среднюю скорость; 2) среднее ускорение.

107. Поезд движется со скоростью $V_0 = 20$ км/ч. Если выключить ток, то поезд, двигаясь равнозамедленно, останавливается через время $t = 20$ с. Каково ускорение a поезда? На каком расстоянии S надо выключить ток?

108. Свободно падающее тело в последнюю секунду движения проходит половину всего пути. С какой высоты падает h тело и каково время t его падения.

109. Движение материальной точки задано уравнением $x = At + Bt^2$, где $A = 4$ м/с, $B = -0,05$ м/с². Определить момент времени, в который скорость V точки равна нулю. Найти координату и ускорение в этот момент.

110. С балкона бросили мячик вертикально вверх с начальной

скоростью $V_0 = 5 \text{ м/с}$. Через $t = 2 \text{ с}$ мячик упал на землю. Определить высоту балкона над землей и скорость мячика в момент удара о землю.

111. Диск радиусом $r = 20 \text{ см}$ вращается согласно уравнению $\varphi = 3 - t + 0,1t^3$. Определить тангенциальное a_{τ} и нормальное a_n и полное a ускорения точек на окружности диска для момента времени $t = 10 \text{ с}$.

112. Маховик начал вращаться равноускоренно и за время $t = 10 \text{ с}$ достиг частоты вращения $n = 300 \text{ мин}^{-1}$. Определить угловое ускорение ϵ маховика и число N оборотов, которые он сделал за это время.

113. Диск вращается с угловым ускорением $\epsilon = -2 \text{ рад/с}^2$. Сколько оборотов N сделает диск при изменении частоты вращения от $n_1 = 240 \text{ мин}^{-1}$ до $n_2 = 90 \text{ мин}^{-1}$? произошло. Найти время t , в течение которого это

114. Якорь электродвигателя, имеющий частоту вращения $n = 50 \text{ с}^{-1}$, после выключения тока, сделав $N = 314$ оборотов, остановился. Определить угловое ускорение ϵ якоря.

115. Линейная скорость V_1 , лежащих на окружности радиуса R вращающегося диска равна 3 м/с . Точки, расположенные ближе к оси на $r = 10 \text{ см}$, имеют скорость $V_2 = 2 \text{ м/с}$. Определить частоту вращения n диска.

116. По дуге окружности радиусом $R = 10 \text{ м}$ движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение $a_n = 4,9 \text{ м/с}^2$; в этот момент векторы полного и нормального ускорений образуют угол $\alpha = 60^\circ$. Найти скорость V и тангенциальное ускорение a_{τ} точки.

117. Диск радиусом $r = 10 \text{ см}$, находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением $\epsilon = 0,5 \text{ рад/с}^2$. Найти тангенциальное a_{τ} и нормальное a_n и полное a ускорения точек, лежащих на окружности диска, в конце второй секунды после начала движения.

118. На цилиндр, который может вращаться около горизонтальной оси, намотана нить. К концу нити привязали грузик и предоставили ему возможность опускаться. Двигаясь равноускоренно, грузик за время $t = 3 \text{ с}$ опустился на $h = 1,5 \text{ м}$. Определите угловое ускорение цилиндра, если его радиус $r = 4 \text{ см}$.

119. Тело брошено горизонтально со скоростью $V_0 = 15 \text{ м/с}$. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить радиус кривизны траектории тела через $t = 2 \text{ с}$ после начала движения.

120. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением $a = 0,5 \text{ м/с}^2$. Определить полное ускорение a точки на участке кривой с радиусом кривизны $R = 3 \text{ м}$, если точка движется на этом участке со скоростью $V = 2 \text{ м/с}$.

121. Для сжатия пружины на $x_1 = 1 \text{ см}$ нужно приложить силу

$F \approx 10 \text{ Н}$. Какую работу A нужно совершить, чтобы сжать пружину на $x_2 \approx 10 \text{ см}$, если сила пропорциональна сжатию?

122. Определить во сколько раз сила притяжения на Земле больше силы притяжения на Марсе, если радиус Марса составляет $0,53$ радиуса Земли, а масса Марса – $0,11$ массы Земли.

123. Космическая ракета летит на Луну. В какой точке прямой, соединяющей центры масс Луны и Земли, ракета будет притягиваться Землей и Луной с одинаковой силой.

124. Радиус планеты равен 100 км , средняя плотность вещества планеты равна 3 г/см^3 . Определить вторую космическую скорость V_2 у поверхности этой планеты.

125. Какую надо совершить работу A , чтобы пружину жесткостью $k \approx 800 \text{ Н/м}$, сжатую на $x \approx 6 \text{ см}$, дополнительно сжать на $\Delta x \approx 8 \text{ см}$.

126. Определить жесткость k системы двух пружин при последовательном и параллельном их соединении. Жесткость пружин $k_1 \approx 2 \text{ кН/м}$ и $k_2 \approx 6 \text{ кН/м}$.

127. Определить высоту, на которой ускорение свободного падения составляет 25% от ускорения свободного падения на поверхности Земли.

128. Определить работу, которую совершат силы гравитационного поля Земли, если тело массой $m \approx 1 \text{ кг}$ упадет на поверхность Земли с высоты, равной радиусу Земли. Радиус Земли и ускорение свободного падения g на ее поверхности считать известным.

129. Две пружины жесткостью $k_1 \approx 0,3 \text{ кН/м}$ и $k_2 \approx 0,8 \text{ кН/м}$ соединены последовательно. Определить абсолютную деформацию x_1 первой пружины, если вторая деформирована на $x_2 \approx 1,5 \text{ см}$.

130. Определить работу растяжения двух соединенных последовательно пружин жесткостями $k_1 \approx 400 \text{ Н/м}$ и $k_2 \approx 250 \text{ Н/м}$, если первая пружина растянулась при этом на $x \approx 2 \text{ см}$. □ □

131. При горизонтальном полете со скоростью $V \approx 250 \text{ м/с}$ снаряд массой $m \approx 8 \text{ кг}$ разорвался на две части. Одна часть массой $m_1 \approx 6 \text{ кг}$ получила скорость $V_1 \approx 400 \text{ м/с}$ в направлении полета снаряда. Определить скорость второй части снаряда.

132. Орудие, жестко скрепленное на платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом 30° к линии горизонта. Определить скорость V_1 отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью $V_2 \approx 480 \text{ м/с}$. Масса платформы с орудием и снарядами $m_1 \approx 18 \text{ т}$, масса снаряда $m_2 \approx 60 \text{ кг}$. □

133. Снаряд, летевший со скоростью $V \approx 400 \text{ м/с}$ в верхней точке траектории разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $V_1 \approx 150 \text{ м/с}$. Определить скорость V_2 большего осколка.

134. На сколько переместится относительно берега лодка длиной $l=3,5\text{м}$ и массой $m_1=200\text{кг}$, если стоящий на корме человек массой $m_2=80\text{кг}$ переместится на нос лодки?

135. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженная легкими колесами. На одном конце стоит человек. Масса его $m_1=60\text{кг}$, масса доски $m_2=20\text{кг}$. С какой скоростью (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль нее со скоростью (относительно доски) $V=1\text{м/с}$.

136. Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает камень массой $m_1=2,5\text{кг}$ под углом 30° к горизонту со скоростью $V_1=10\text{м/с}$. Какова будет скорость V_2 движения конькобежца, если его масса $m_2=60\text{кг}$?

137. Шар массой $m_1=10\text{кг}$, движущийся со скоростью $V_1=4\text{м/с}$, сталкивается с шаром массой $m_2=4\text{кг}$, скорость V_2 которого равна 12м/с . Считая удар прямым, неупругим, найти скорость u шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.

138. Платформа с песком общей массой $M=2\text{т}$ стоит на рельсах на горизонтальном участке пути. В песок попадает снаряд массой $m=8\text{кг}$ и застревает в нем. Пренебрегая трением, определить, с какой скоростью будет двигаться платформа, если в момент попадания скорость снаряда $V=450\text{м/с}$, а ее направление – сверху вниз под углом 30° к горизонту.

139. Человек массой $m=70\text{кг}$, бегущий со скоростью $V=9\text{км/ч}$, догоняет тележку массой $m_2=190\text{кг}$, движущийся со скоростью $V_2=3,6\text{км/ч}$, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком, если человек до прыжка бежал на встречу тележке.

140. Лодка длиной $l=3\text{м}$ и массой $m=120\text{кг}$ стоит спокойно на воде. На носу и корме находятся два рыбака массами $m_1=60\text{кг}$ и $m_2=90\text{кг}$. На сколько сдвинется относительно воды, если рыбаки поменяются местами.

141. С какой наименьшей высоты h должен начать скатываться акробат на велосипеде (не работая ногами), чтобы проехать по дорожке, имеющей форму «мертвой петли» радиусом $R=4\text{м}$, и не оторваться от дорожки в верхней точке петли? Трением пренебречь.

142. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной $l=2\text{м}$, если масса груза равна $m=100\text{кг}$, угол наклона 30° , коэффициент трения $f=0,1$ и груз движется с ускорением $a=1\text{м/с}^2$.

143. Ядро атома распадается на два осколка массами $m_1=1,6 \cdot 10^{-25}\text{кг}$ и $m_2=2,4 \cdot 10^{-25}\text{кг}$. Определить кинетическую энергию T_2 второго осколка, если кинетическая энергия T_1 первого осколка равна 18нДж .

144. При выстреле из орудия снаряд массой $m_1=10\text{кг}$ получает

кинетическую энергию $T_1 = 1,8 \text{ МДж}$. Определить кинетическую энергию T_2 ствола орудия вследствие отдачи, если масса m_2 ствола орудия равна 600 кг .

145. Конькобежец, стоя на льду, бросил вперед гирию массой $m_1 = 5 \text{ кг}$ и вследствие отдачи откатился назад со скоростью $V_2 = 1 \text{ м/с}$. Определить работу A , совершенную конькобежцем при бросании гири, если его масса $m_2 = 60 \text{ кг}$.

146. Под действием силы $F = 400 \text{ Н}$, направленной вертикально вверх, груз массой $m = 20 \text{ кг}$ поднят на высоту $h = 15 \text{ м}$. Какой потенциальной энергией $П$ будет обладать поднятый груз? Какую работу A совершит сила F .

147. Камешек скользит с наивысшей точки купола, имеющего форму полусферы. Какую дугу φ опишет камешек, прежде чем оторвется от поверхности купола? Трением пренебречь.

148. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь $s = 5 \text{ м}$ и приобрела скорость $V = 2 \text{ м/с}$. Определить работу A силы, если масса вагонетки равна 400 кг и коэффициент трения равен $f = 0,01$. $\square$

149. Материальная точка массой $m = 2 \text{ кг}$ двигалась под действием некоторой силы согласно уравнению $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $A = 10 \text{ м}$; $B = 2 \text{ м/с}$; $C = 1 \text{ м/с}^2$, $D = -0,2 \text{ м/с}^3$. Найти мощность N , затрачиваемую на движение точки, в момент времени $t = 2 \text{ с}$. $\square$

150. В баллистический маятник массой $M = 5 \text{ кг}$ попала пуля массой $m = 10 \text{ г}$ и застряла в нем. Найти скорость пули, если маятник, отклонившись после удара, поднялся на высоту $h = 10 \text{ см}$.

151. По касательной к шкиву в виде диска диаметром $D = 75 \text{ см}$ и массой $m = 40 \text{ кг}$ приложена сила $F = 1 \text{ кН}$. Определить угловое ускорение и частоту вращения n маховика через время $t = 10 \text{ с}$ после начала действия силы, если радиус шкива r равен 12 см .

152. Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого $J = 50 \text{ кг м}^2$, вращается с частотой $n = 240 \text{ об/мин}$. Через $t = 1 \text{ мин}$ после начала действия сил торможения он остановился. Определить момент M сил торможения и число оборотов от начала торможения до полной остановки.

153. К ободу колеса радиусом $R = 0,5 \text{ м}$ и массой $m = 50 \text{ кг}$ приложена касательная сила $F = 98,1 \text{ Н}$. Найти угловое ускорение α колеса. Через какое время t после начала действия силы колесо будет иметь частоту вращения $n = 100 \text{ с}^{-1}$? Колесо считать однородным диском. Трением пренебречь.

154. На обод маховика диаметром $D = 75 \text{ см}$ намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 2 \text{ кг}$. Определить момент инерции J маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время $t = 3 \text{ с}$ приобрел угловую скорость $\omega = 9 \text{ рад/с}$. $\square$

155. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом

$\square$

$\square$

$\square$

$R = 0,5\text{ м}$ намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой $m = 5\text{ кг}$. Груз, разматывая нить, опускается с ускорением $a = 1,96\text{ м/с}^2$. Определить момент инерции вала.

156. Определить момент силы M , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой $n = 12\text{ с}^{-1}$, чтобы он остановился в течение времени $t = 8\text{ с}$. Диаметр блока $D = 30\text{ см}$. Массу блока $m = 6\text{ кг}$ считать равномерно распределенной по ободу.

157. Нить с привязанными к ее концам грузами массами $m_1 = 50\text{ г}$ и $m_2 = 60\text{ г}$ перекинута через блок диаметром $D = 4\text{ см}$. Определить момент инерции J блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение $\epsilon = 1,5\text{ рад/с}^2$.

158. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению $\varphi = 2t + 0,2t^3$. Определить вращающий момент M , действующей на стержень через время $t = 2\text{ с}$ после начала вращения, если момент инерции стержня $J = 0,048\text{ кг м}^2$. □

159. К ободу однородного сплошного диска радиусом $R = 0,5\text{ м}$ приложена постоянная касательная сила $F = 200\text{ Н}$. При вращении диска на него действует момент сил трения $M = 2\text{ Н м}$. Определить массу диска, если известно, что его угловое ускорение постоянно и равно 14 рад/с^2 .

160. На барабан радиусом $R = 50\text{ см}$ намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 10\text{ кг}$. Найти момент инерции J барабана, если известно, что груз опускается с ускорением $a = 2,04\text{ м/с}^2$. □

161. На краю платформы в виде диска, вращающегося по инерции вокруг вертикальной оси с частотой $n_1 = 8\text{ мин}^{-1}$, стоит человек массой $m_1 = 70\text{ кг}$. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой $n_2 = 10\text{ мин}^{-1}$. Определить массу m_2 платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

162. Горизонтальная платформа массой $m = 25\text{ кг}$ и радиусом $R = 80\text{ см}$ вращается с частотой $n_1 = 9\text{ мин}^{-1}$. В центре платформы стоит человек и держит в расставленных руках гири. Считая платформу диском, определить частоту вращения платформы, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от $J_1 = 3,5\text{ кг м}^2$ до $J_2 = 1\text{ кг м}^2$. □

163. На краю неподвижной платформы могущей вращаться вокруг вертикальной оси стоит человек массой $m_1 = 60\text{ кг}$. Диаметр платформы $D = 0,8\text{ м}$, масса $m_1 = 6\text{ кг}$. С какой угловой скоростью □ начнет вращаться платформа, если человек поймает летящий на него мяч массой $m = 0,5\text{ кг}$? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии $r = 0,4\text{ м}$ от оси платформы. Скорость мяча $V = 5\text{ м/с}$.

164. Человек, стоящий на скамье Жуковского, держит в руках стержень длиной $l = 2,5\text{ м}$ и массой $m = 8\text{ кг}$, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Эта система (скамья и человек) обладает моментом инерции $J = 10\text{ кг м}^2$ и вращается с частотой $n_1 = 12\text{ мин}^{-1}$.

Определите частоту n_2 вращения систем, если стержень повернут в горизонтальное положение.

165. Платформа, имеющая форму сплошного однородного диска, может вращаться по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси. На краю платформы стоит человек, масса которого в 3 раза меньше массы платформы. Определите, как и во сколько раз изменится угловая скорость вращения платформы, если человек перейдет ближе к центру на расстояние, равное половине радиуса платформы.

166. Маховик в виде диска массой $m = 80 \text{ кг}$ и радиусом $R = 30 \text{ см}$ находится в состоянии покоя. Какую работу A_1 нужно совершить маховику частоту $n = 10 \text{ с}^{-1}$. Какую работу A_2 пришлось бы совершить, если бы при той же массе диск имел меньшую толщину, но вдвое больший радиус.

167. Колесо радиусом $R = 30 \text{ см}$ и массой $m = 3 \text{ кг}$ скатывается без трения по наклонной плоскости длиной $l = 5 \text{ м}$ и углом наклона $\alpha = 25^\circ$. Определить момент инерции колеса, если его скорость v в конце движения составляла $4,6 \text{ м/с}$.

168. Платформа в виде диска радиусом $R = 1,5 \text{ м}$ и массой $m_1 = 180 \text{ кг}$ вращается по инерции около вертикальной оси с частотой $n_1 = 10 \text{ мин}^{-1}$. в центре платформы стоит человек массой $m_2 = 60 \text{ кг}$. Какую линейную скорость относительно пола помещения будет иметь человек, если он перейдет на край платформы?

169. Горизонтальная платформа массой $m_1 = 150 \text{ кг}$ вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n = 8 \text{ мин}^{-1}$. Человек массой $m_2 = 70 \text{ кг}$ стоит при этом на краю платформы. С какой угловой скоростью начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу круглым однородным диском, а человека – материальной точкой.

170. Стержень длиной $l = 1,5 \text{ м}$ и массой $m = 10 \text{ кг}$ может вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через верхний конец стержня. В середину стержня ударяет пуля массой $m_0 = 10 \text{ г}$, летящая в горизонтальном направлении со скоростью $V_0 = 500 \text{ м/с}$, и застревает в стержне. На какой угол отклонится стержень после удара?

171. Шарик массой $m = 60 \text{ г}$ колеблется с периодом $T = 2 \text{ с}$. В начальный момент времени смещение шарика $x_0 = 4,0 \text{ см}$ и он обладает энергией $E = 0,02 \text{ Дж}$. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.

172. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода: $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$ и $x_2 = A_2 \sin \omega_2(t + \tau)$, где $A_1 = A_2 = 3 \text{ см}$, $\omega_1 = \omega_2 = \pi \text{ с}^{-1}$, $\tau = 0,5 \text{ с}$. Определить амплитуду A и начальную фазу φ_0 результирующего колебания. Написать его уравнение. Построить

векторную диаграмму для момента времени $t=0,1$.

173. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x=A_1\sin\omega_1t$ и $y=A_2\cos\omega_2t$, где $A_1=8$ см, $A_2=4$ см, $\omega_1=\omega_2=2\text{с}^{-1}$. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.

174. Определить период T колебаний математического маятника, если его модуль максимального перемещения $\Delta r=18$ см, и максимальная скорость $v_{\max}=16$ см/с.

175. Определить частоту ν простых гармонических колебаний диска радиусом $R=20$ см около горизонтальной оси, проходящей через середину радиуса диска перпендикулярно его плоскости.

176. На гладком горизонтальном столе лежит шар массой $M=200$ г, прикрепленный к горизонтально расположенной легкой пружине с жесткостью $k=500$ Н/м. В шар попадает пуля массой $m=10$ г, летящая со скоростью $v=300$ м/с, и застревает в нем. Пренебрегая перемещением шара во время удара и сопротивлением воздуха, определить амплитуду A и период T колебаний шара.

177. Определить период T простых гармонических колебаний диска радиусом $R=40$ см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска.

178. Точка совершает простые гармонические колебания, уравнение которых $x=A\sin$, где $A=5$ см, $\omega=2\text{с}^{-1}$. В момент времени, когда точка обладала потенциальной энергией $\Pi=0,1$ мДж, на нее действовала возвращающая сила $F=5$ мН. Найти этот момент времени t .

179. Материальная точка совершает простые гармонические колебания так, что в начальный момент времени смещение $x_0=4$ см, а скорость $v_0=10$ см/с. Определить амплитуду A и начальную фазу φ_0 колебаний, если их период $T=2$ с.

180. На стержне длиной $l=30$ см укреплены два одинаковых грузика: один – в середине стержня, другой – на одном из его концов. Стержень с грузами колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину L и период T простых гармонических колебаний данного физического маятника. Массой стержня пренебречь.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задачи

201. Определить количества $\square$ вещества и число молекул N кислорода массой $m\square 0,5$ кг.

202. Сколько атомов содержится в ртути массой $m\square 1$ г и количеством вещества $\square\square 0,2$ моль.

203. Найти молярную массу M и массу m_0 одной молекулы поваренной соли.

204. Определить массу m_0 одной молекулы углекислого газа.

205. В баллоне $V=3$ л содержится кислород массой $m=10$ г. Определить концентрацию молекул газа.

206. Определить количества вещества ν и число молекул N азота массой $m=0,2$ кг.

207. Определить молярную массу M и массу m_0 одной молекулы азота и окиси азота NO.

208. Определить концентрацию n молекул кислорода, находящегося в сосуде вместимостью $V=2$ л. Количество вещества ν кислорода равна 0,2 моль.

209. Определить количества вещества ν водорода, заполняющего сосуд объемом $V=3$ л, если концентрация молекул газа в сосуде $n=2 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$.

210. Сколько атомов содержат газы массой $m=1$ г каждый: 1) гелий; 2) углерод.

211. Определить внутреннюю энергию U водорода, а также среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_k \rangle$ молекулы этого газа при температуре $T=300\text{K}$, если количество вещества ν этого газа равно 0,5 моль.

212. Определить суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул газа находящегося в сосуде вместимостью $V=3$ л под давлением $p=540$ кПа.

213. Количество вещества гелия $\nu=1,5$ моль, температура $T=120\text{K}$. Определить суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул этого газа.

214. Молярная внутренняя энергия U_m некоторого двухатомного газа равна 6,02 кДж/моль. Определить кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.

215. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon \rangle$ одной молекулы водяного пара при температуре $T=500\text{K}$.

216. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекулы газа, заключенного в сосуд вместимостью $V=2$ л под давлением $p=200$ кПа. Масса газа $m=0,3$ г.

217. Водород находится при температуре $T=300\text{K}$. Найти среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы, а также этого газа суммарную кинетическую энергию E_k всех молекул этого газа; количество вещества водорода 0,5 моль.

218. При какой температуре средняя кинетическая энергия $\langle \epsilon_k \rangle$ поступательного движения молекулы газа равна $4,14 \cdot 10^{-21}$ Дж?

219. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой

пылинки равна $6 \cdot 10^{-10}$ г. Газ находится при температуре $T = 400$ К. Определить средние квадратичные скорости $\langle v_{\text{кв}} \rangle$, а также средние кинетические энергии $\langle \epsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения азота и пылинки.

220. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения и $\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения молекулы

азота при температуре $T = 300$ К. Определить также полную кинетическую энергию E_k молекулы при тех же условиях.

221. Каким должен быть наименьший объем V баллона вмещающего массу $m = 6,4$ кг кислорода, если его стенки при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ выдерживают давление $p = 15,7$ МПа.

222. В баллоне находилось масса $m = 10$ кг газа при давлении $p_1 = 10$ МПа. Какую массу Δm газа взяли из баллона, если давление стало равным $p_2 = 2,5$ МПа? Температуру газа считать постоянной.

223. Найти m воздуха, заполняющего аудиторию высотой $h = 5$ м и площадью пола $S = 200$ м². Давление воздуха $p = 100$ кПа. Температура помещения $t = 7^\circ\text{C}$. Молярная масса воздуха $M = 0,029$ кг/моль.

224. Какое количества ν газа находится в баллоне $V = 10$ м³ при давлении $p = 96$ кПа и температуре $t = 17^\circ\text{C}$?

225. В баллоне вместимостью 15 л находится азот под давлением 100 кПа при температуре $t_1 = 27^\circ\text{C}$. После того как из баллона выпустили азот массой 14 г, температура газа стало равной $t_2 = 17^\circ\text{C}$. Определите давление азота, оставшегося в баллоне.

226. В сосуде вместимостью $V = 0,3$ л при температуре $t = 290$ К находится некоторый газ. На сколько понизится давление газа в сосуде, если из него из-за утечки выйдет $N = 10^{19}$ молекул?

227. Давление воздуха внутри плотно закупоренной бутылки $t_1 = 7^\circ\text{C}$ было $p_1 = 100$ кПа. При нагревании бутылки пробка вылетела. До какой температуры t_2 нагрели бутылку, если известно, что пробка вылетела при давлении воздуха в бутылке $p_2 = 30$ кПа?

228. Масса $m = 12$ г газа занимает объем $V = 4$ л при температуре $t_1 = 7^\circ\text{C}$. После нагревания газа при постоянном давлении его плотность стало равной $\rho = 0,6$ кг/м³. До какой температуры t_2 нагрели газ?

229. Баллон $V = 12$ л содержит углекислый газ. Давление p газа равно 1 МПа, температура $T = 300$ К. Определить массу m газа в баллоне.

230. Газ при температуре $T = 309$ К давление $p = 0,7$ МПа имеет плотность $\rho = 12$ кг/м³. Определить относительную молекулярную массу M_r газа.

231. В сосуде 1 объемом $V = 3$ л находится газ под давлением $p = 0,2$ МПа. В сосуде 2 объемом $V = 4$ л находится то же газ под давлением $p_2 = 0,1$ МПа. Температуры газа в обоих сосудах одинаковы. Под каким давлением p будет находиться газ, если соединить сосуды с трубкой.

232. Баллон вместимостью $V = 20$ л содержит смесь водорода и

азота при температуре 290К и давлении 1МПа. Определите массу водорода, если масса смеси равна 150г.

233. В закрытом сосуде вместимостью 20л находится водород массой 6г и гелий массой 12г. Определите: 1) давление; 2) молярную массу газовой смеси в сосуде, если температура смеси T 300К.

234. Один баллон объемом V_1 10л содержит кислород под давлением p_1 1,5МПа, другой баллон объемом V_2 22л содержит азот под давлением p_2 0,6МПа. Когда баллоны соединили между собой, оба газа смешались, образовав однородную смесь (без изменения температуры). Найти парциальные давления p_1 p_2

p

смеси и полное давление p смеси.

и p обоих газов в

235. Смесь водорода и азота общей массой $m = 290\text{ г}$ при температуре $T = 600\text{ К}$ и давлении $p = 2,46\text{ МПа}$ занимает объем $V = 30\text{ л}$. Определить массу m_1 водорода и массу m_2 азота.

236. В баллонах объем $V_1 = 20\text{ л}$ и $V_2 = 44\text{ л}$ содержится газ. Давление в первом баллоне $p_1 = 2,4\text{ МПа}$, во втором – $p_2 = 1,6\text{ МПа}$. Определить общее давление p и парциальные p_1 и p_2 после соединения баллонов, если температура газа осталась прежней.

237. В сосуде с объемом $V = 0,01\text{ м}^3$ содержится смесь газов – азота массой $m_1 = 7\text{ г}$ и водорода массой $m_2 = 1\text{ г}$ – при температуре $T = 280\text{ К}$. Определить давление p смеси газов.

238. В сосуде объемом $V = 2\text{ л}$ находится масса $m_1 = 6\text{ г}$ углекислого газа (CO_2) и масса m_2 закиси азота (N_2O) при температуре $t = 127^\circ\text{С}$. Найти давление p смеси в сосуде.

239. В сосуде находятся масса $m_1 = 14\text{ г}$ азота и масса $m_2 = 9\text{ г}$ водорода при температуре $t = 10^\circ\text{С}$ и давлении $p = 1\text{ МПа}$. Найти молярную массу M смеси и объем V сосуда.

240. В сосуде находится масса $m_1 = 10\text{ г}$ углекислого газа и масса $m_2 = 15\text{ г}$ азота. Найти плотность смеси при температуре $t = 27^\circ\text{С}$ и давлении $p = 150\text{ Па}$.

241. Найти среднюю длину свободного хода пробега $\langle l \rangle$ молекул воздуха при нормальных условиях. Диаметр молекул воздуха

$\langle d \rangle = 0,3\text{ нм}$.

242. Баллон вместимостью $V = 10\text{ л}$ содержит водород массой $m = 1\text{ г}$. Определить среднюю длину свободного хода пробега $\langle l \rangle$ молекулы.

243. Определить плотность ρ разреженного водорода, если средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекул равна 1 см .

244. Какова средняя арифметическая скорость $\langle v \rangle$ молекул кислорода при нормальных условиях; если известно, что среднее значение свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы кислорода при этих условиях равно 100 нм .

245. Найти среднюю длину свободного хода пробега $\langle l \rangle$ молекул азота в сосуде объемом $V = 5\text{ л}$. Масса газа $m = 0,5\text{ кг}$.

246. Определить среднюю продолжительность $\langle \tau \rangle$ свободного пробега молекул воздуха при температуре $t = 27^\circ\text{С}$ и давлении $p = 0,5\text{ кПа}$. Диаметр молекул водорода принять равным $0,28\text{ нм}$.

247. Найти среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекул углекислого газа при температуре $t = 100^\circ\text{С}$ и давлением $p = 13,3\text{ Па}$. Диаметр молекул углекислого газа $\langle d \rangle = 0,32\text{ нм}$.

248. Найти среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекул водорода при давлении $p = 0,1\text{ Па}$ и температуре $T = 100\text{ К}$.

249. Найти среднюю продолжительность $\langle \tau \rangle$ свободного пробега молекул кислорода при температуре $T = 250\text{ К}$ и давлении p

100Па.

250. Найти среднее число столкновений $\langle z \rangle$ в единицу времени молекул углекислого газа при температуре $t = 100^\circ\text{C}$, если средняя длина свободного пробега 870мкм .

251. Определить количество теплоты Q , которые надо сообщить кислороду объемом $V = 50\text{л}$ при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на $\Delta p = 0,5\text{МПа}$? □

252. При изотермическом расширении азота при температуре $T = 280\text{К}$ объем его увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу A ; 2) изменение ΔU внутренней энергии; 3) количество теплоты Q , полученное газом. Масса азота $m = 0,2\text{кг}$.

253. Кислород массой $m = 200\text{г}$ занимает объем $V_1 = 100\text{л}$ и находится под давлением $p_1 = 200\text{кПа}$. При нагревании газ расширяется при постоянном давлении до объема $V_2 = 300\text{л}$, а затем его давление возросло до $p_2 = 500\text{кПа}$ при неизменном объеме. Найти изменения внутренней энергии ΔU газа, совершенную газом работу A и теплоту Q , переданную газу. Построить график процесса.

254. Объем водорода при изотермическом расширении ($T = 300\text{К}$) увеличился в $n = 3$ раза. Определить работу A , совершенную газом, и теплоту Q , полученную при этом. Масса m водорода равна 200г .

255. Азот массой $m = 0,1\text{кг}$ был изобарно нагрет от температуры $T = 200\text{К}$ до температуры $T_2 = 400\text{К}$. Определить работу A , совершенную газом, полученную им теплоту Q и изменения ΔU внутренней энергии азота.

256. Во сколько раз увеличился объем водорода, содержащий количество вещества $\nu = 0,4\text{моль}$ при изотермическом расширении, если при этом газ получит количество теплоты $Q = 800\text{Дж}$. Температура водорода $T = 300\text{К}$.

257. Какая работа A совершается при изотермическом расширении водорода массой $m = 5\text{г}$, взятого при температуре $T = 290\text{К}$, если объем газа увеличился в 3 раза?

258. Какая доля W_1 – количество теплоты Q , проводимого к идеальному двухатомному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение ΔU внутренней энергии газа и какая доля W_2 – на работу A расширения?

259. Определить работу A , которую совершает азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты $Q = 21\text{кДж}$. Найти также изменение ΔU внутренней энергии газа.

260. Масса $m = 10\text{г}$ кислорода находится при давлении $p = 300\text{кПа}$ и температуре $t = 10^\circ\text{C}$. После нагревания при $p = \text{const}$ газ занял объем $V = 10\text{л}$. Найти количество теплоты Q , полученное газом, изменение ΔU внутренней энергии газа и работу A , совершенную газом при расширении.

261. В результате кругового процесса газ совершил работу

$A=1$ Дж и передал охладителю количество теплоты Q_2 4,2 Дж. Определить к.п.д. η цикла.

262. Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты $Q=4$ кДж. Определить работу A газа при протекании цикла, если его термический к.п.д. $\eta=1$.

263. Идеальный газ совершил цикл Карно, $2/3$ количество теплоты Q_1 , полученного из нагревателя, отдает охладителю. Температура T_2 охладителя равна 280 К. Определить температуру T_1 нагревателя.

264. Идеальный газ совершил цикл Карно. Температура T_1 нагревателя в четыре раза выше температуры охладителя. Какую долю w количество теплоты, полученного за один цикл от нагревателя, газ отдает охладителю?

265. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, за цикл получает от нагревателя количество теплоты $Q_1=2,512$ кДж. Температура нагревателя T_1 400 К, температура холодильника T_2 300 К. Найти работу A , совершенную машиной за один цикл и количество теплоты Q_2 , отдаваемое холодильнику за один цикл.

266. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. При этом 80% количество теплоты, получаемое от нагревателя, передается холодильнику. Машина получает от нагревателя количество теплоты $Q_1=6,28$ кДж. Найти к.п.д. η цикла и работу A , совершаемую за один цикл.

267. В цикле Карно газ получил от нагревателя теплоту Q_1 500 Дж и совершил работу A 100 Дж. Температура нагревателя T_1 400 К. Определите температуру

268. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту Q_1 84 кДж. Определить работу A газа, если температура T_1 теплоотдатчика в три раза выше температуры T_2 теплоприемника.

269. Во сколько раз увеличится к.п.д. η цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от $T_1=380$ К до $T_1=560$ К. Температура теплоприемника $T_2=280$ К.

270. Определить работу A_2 изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, к.п.д. которого $\eta=0,4$, если работа изотермического расширения $A_1=8$ Дж.

271. Какую работу A надо совершить, чтобы, выдувая мыльный пузырь, увеличить его диаметр от $d_1=1$ см до $d_2=11$ см? Считать процесс изотермическим.

272. Воздушный пузырек диаметром $d=2$ мкм находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность воздуха в пузырьке, если воздух над поверхностью воды находится при нормальных условиях.

273. На сколько давление p воздуха внутри мыльного пузыря больше атмосферного давления p_0 , если диаметр мыльного пузыря $d=5$ мм?

274. Глицерин поднялся в капиллярной трубке на высоту $h = 20$ мм. Определить поверхностное натяжение σ глицерина, если диаметр d канала трубки равен 1 мм.

275. Вода по каплям вытекает из вертикальной трубки внутренним радиусом $r = 1$ мм. Найти радиус R капли в момент отрыва. Каплю считать сферической. Диаметр шейки капли в момент отрыва считать равным внутреннему диаметру трубки.

276. На сколько нагреется капля ртути, полученная от слияния двух капель $r = 1$ мм каждая?

277. Какую работу против сил поверхностного натяжения надо совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром $d = 4$ см? Поверхностное натяжение мыльного пузыря $0,043$ Н/м.

278. В сосуд с ртутью опущен открытый капилляр, внутренний диаметр которого $d = 3$ мм. Разность уровней ртути в сосуде и в капилляре $h = 3,7$ мм. Найти радиус кривизны R мениска в капилляре.

279. На какую высоту поднимается бензол в капилляре, внутренний диаметр которого $d = 1$ мм? Смачивание считать полным.

280. Капилляр, внутренний радиус которого $r = 0,5$ мм, опущен в жидкость. Определить массу жидкости, поднявшейся в капилляре, если его поверхностное натяжение равно 60 мН/м.

5. Критерии оценки расчетно-графической работы и типовые ошибки при ее выполнении.

Критерии оценки расчетно-графической работы:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения;
- оценка «не зачтено» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

При выполнении расчетно-графической работы по физике часто встречаются следующие ошибки:

1. Не соблюдены правила оформления расчетно-графической работы.
2. Не выдержана структура расчетно-графической работы (отсутствует библиографический список, теоретическая часть к задаче и т. д.).
3. Не указаны единицы измерения полученных результатов.
4. В задаче отсутствуют выводы или содержимое выводов к задаче неконструктивны.
5. Отсутствие готовности обучающегося отвечать на теоретические вопросы, являющиеся основой для решения задачи.
6. Задание на расчетно-графическую работу выполнено не по своему варианту.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Кафедра Информационных технологий, электроэнергетики и систем
управления**

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
по дисциплине «ФИЗИКА»

Наименование темы

Выполнил: студент __ курса
_____ отделения
по направлению _____

Ф.И.О.

Научный руководитель:

должность, звание

Ф.И.О.

Оценка _____

Дата «__» _____ 2021г.

Чебоксары 2021

1. ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Таблица 1

Основные физические постоянные (округленные значения)

Нормальное ускорение свободного падения	g	$9,81 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/(\text{кг} \cdot \text{с})$
Постоянная Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Молярная газовая постоянная	R	$8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Стандартный объем*	V_m	$22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$
Постоянная Больцмана	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$

* Молярный объем идеального газа при нормальных условиях.

Таблица 2

Некоторые астрономические величины

Наименование	Числовое значение
Радиус Земли	$6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Средняя плотность Земли	$5,52 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Радиус Солнца	$6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$
Масса Солнца	$1,98 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Средняя плотность Солнца	$1,41 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Радиус Луны	$1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$
Масса Луны	$7,33 \cdot 10^{22} \text{ кг}$
Расстояние от центра Земли до центра Солнца	$1,49 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Расстояние от центра Земли до центра Луны	$3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$
Период обращения Луны вокруг Земли	$27,3 \text{ сут.} \cdot 2,36 \cdot 10^6 \text{ с}$

Таблица 3

Плотность твердых тел

Твердое тело	Плотность, кг/м^3	Твердое тело	Плотность, кг/м^3
Алюминий	$2,70 \cdot 10^3$	Медь	$8,93 \cdot 10^3$
Барий	$3,50 \cdot 10^3$	Никель	$8,90 \cdot 10^3$
Ванадий	$6,02 \cdot 10^3$	Свинец	$11,3 \cdot 10^3$
Висмут	$9,80 \cdot 10^3$	Серебро	$10,5 \cdot 10^3$
Железо	$7,88 \cdot 10^3$	Цезий	$1,90 \cdot 10^3$
Литий	$0,53 \cdot 10^3$	Цинк	$7,15 \cdot 10^3$

Таблица 4

Плотность жидкостей

Жидкость	Плотность, кг/м^3	Жидкость	Плотность, кг/м^3
Бензол	$0,88 \cdot 10^3$	Керосин	$0,80 \cdot 10^3$
Вода	$1,00 \cdot 10^3$	Ртуть	$13,6 \cdot 10^3$
Глицерин	$1,26 \cdot 10^3$	Сероуглерод	$1,26 \cdot 10^3$
Касторовое масло	$0,90 \cdot 10^3$	Спирт	$0,80 \cdot 10^3$

Таблица 5

Плотность газов (при нормальных условиях)

Газ	Плотность, кг/м^3	Газ	Плотность, кг/м^3
Азот	1,25	Воздух	1,29

Аргон	1,78	Гелий	0,18
Водород	0,09	Кислород	1,43

Таблица 6

Коэффициент поверхностного натяжения

Жидкость	Коэффициент, мН/м	Жидкость	Коэффициент, мН/м
Бензол	30	Мыльная пленка	40
Вода	72	Ртуть	500
Глицерин	62	Спирт	22

Таблица 7

Эффективный диаметр молекулы

Газ	Диаметр, нм	Газ	Диаметр, нм
Азот	0,30	Воздух	0,27
Аргон	0,35	Гелий	0,19
Водород	0,23	Кислород	0,27

Таблица 8

Относительные атомные массы (округленные значения) A_r элементов периодической системы

Элемент	Символ	A_r	Элемент	Символ	A_r
Азот	N	14	Марганец	Mn	55
Алюминий	Al	27	Медь	Cu	64
Аргон	Ar	40	Молибден	Mo	96
Барий	Ba	137	Натрий	Na	23
Ванадий	V	60	Неон	Ne	20
Водород	H	1	Никель	Ni	59
Вольфрам	W	184	Олово	Sn	119
Гелий	He	4	Платина	Pt	195
Железо	Fe	56	Ртуть	Hg	201
Золото	Au	197	Сера	S	32
Калий	K	39	Серебро	Ag	108
Кальций	Ca	40	Углерод	C	12
Кислород	O	16	Уран	U	238
Магний	Mg	24	Хлор	Cl	35