

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Агафонов Александр Витальевич
Должность: директор филиала
Дата подписания: 17.06.2025 11:34:56
Уникальный программный ключ:
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра информационных технологий, электроэнергетики и систем
управления

«Физика»

(наименование дисциплины)

Методические указания по
выполнению расчетно-графической
работы

Направление
подготовки

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

(код и наименование направления подготовки)

Направленность
(профиль)
подготовки

Строительство высотных и большепролетных зданий и
сооружений

(наименование профиля подготовки)

Квалификация
выпускника

специалист

Форма обучения

очная

Чебоксары, 2024

Методические указания разработаны
в соответствии с требованиями ФГОС ВО
по направлению подготовки

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Авторы:

Лепаев Александр Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

ФИО, ученая степень, ученое звание или должность, наименование кафедры

Методические указания одобрены на заседании кафедры

Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

наименование кафедры

1. Цель расчетно-графической работы - выявить знания студентов основ физики, производить расчеты, привить обучающимся навыки самостоятельной работы с применением математических методов.

В ходе выполнения расчетно-графической работы обучающийся должен проявить умение самостоятельно работать с учебной литературой, применять теоретические знания для решения задач и анализа конкретных данных.

Расчетно-графическая работа должна быть выполнена и представлена в срок, установленный графиком учебного процесса.

Выполнение расчетно-графической работы включает следующие этапы:

- ознакомление с программой дисциплины «Физика», методическими рекомендациями по выполнению расчетно-графической работы; проработка соответствующих разделов физики: «МЕХАНИКА», «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА» по рекомендованной учебной литературе, конспектам лекций;
- выполнение расчетов с применением освоенных методов.

Завершенная работа представляется для проверки на кафедру преподавателю в установленные учебным графиком сроки. Срок проверки не более 5-7 дней. Преподаватель проверяет качество работы, отмечает положительные стороны, недостатки работы и оценивает ее. Обучающиеся, не подготовившие расчетно-графическую работу, к зачету и экзамену не допускаются.

2. Выбор варианта и структура расчетно-графической работы

Задания для расчетно-графических работ составляются преподавателем, который ведет данную дисциплину, и утверждаются кафедрой.

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	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	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

Задания выполняются в течение 1-го семестра.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- расчетная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей расчетно-графической работы. Образец его оформления приведен в Приложении.

Во введении содержатся общие сведения о выполненной работе (0,5-1 с).

В расчетной части обучающийся должен показать умение применять математические методы расчетов, рассчитывать необходимые данные, делать на их основе аргументированные выводы.

Условия задач в расчетной части должны быть приведены полностью. Решение задач следует сопровождать развернутыми расчетами, ссылками на математические формулы, анализом и выводами. Задачи, в которых даны только ответы без промежуточных вычислений, считаются нерешенными.

Следует обратить особое внимание на выводы, которые должны быть обоснованными, подтверждаться предварительным анализом цифрового материала.

В заключении расчетно-графической работы (1 с.) в краткой форме резюмируются результаты работы.

После заключения приводится список литературы, включающий только те источники, которые были использованы при выполнении расчетно-графической работы и на которые имеются ссылки в тексте работы.

При описании литературных источников необходимо указать:

- фамилии и инициалы авторов;
- название книги, сборника, статьи;
- место издания;

- издательство;
- год издания;
- количество страниц или конкретные страницы (последние в случае ссылки на статью или статистический сборник).

Стандартный формат описания источников приведен в списке литературы.

3. Требования к оформлению расчетно-графической работы

При оформлении расчетно-графической работы необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Объем работы - 5-10 страниц текста на стандартных листах формата А4, набранных на компьютере с использованием текстового редактора или вручную (письменно), табличного процессора или других программных средств (размер шрифта - 14 пунктов, интервал - 1,5).
2. Страницы должны быть пронумерованы и иметь поля слева и справа не менее 25 мм для замечаний преподавателя-консультанта.
3. В тексте не должно быть сокращений слов, кроме общепринятых.
4. Все промежуточные данные проводимых расчетов и результаты следует представлять в явном виде.
5. Все таблицы должны иметь сквозную нумерацию. Приведенные в работе иллюстрации (графики, диаграммы) должны иметь подписочные надписи.
6. Описание литературных источников выполняется в соответствии со стандартными требованиями, приведенными в предыдущем разделе.

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. Теплостойкость. 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 $s=A-Bt+Ct^2+Dt^3$ ($A=6$; $B=3$ 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 $V_0=5$ м/с. Через $t=2$ с мячик упал на землю. Определить высоту балкона над землей и скорость мячика в момент удара о землю.

111. Диск радиусом $r=20$ 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 $t=10$ с.

111. Маховик начал вращаться равноускоренно и за время $t=10$ с достиг частоты вращения $n=300$ мин⁻¹. Определить угловое ускорение ϵ маховика и число N оборотов, которые он сделал за это время.

112. Диск вращается с угловым ускорением $\epsilon=-2$ рад/с². Сколько оборотов N сделает диск при изменении частоты вращения от $n_1=240$ мин⁻¹ до $n_2=90$ мин⁻¹? Найти время Δt , в течение которого это произошло.

113. Якорь электродвигателя, имеющий частоту вращения $n=50$ с⁻¹, после выключения тока, сделав $N=314$ оборотов, остановился. Определить угловое ускорение ϵ якоря.

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

115. По дуге окружности радиусом $R=10$ м движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение $a_n=4,9$ м/с²; в этот момент векторы полного и нормального ускорений образуют угол φ

$\varphi=60^\circ$. Найти скорость V и тангенциальное ускорение a_τ точки.

116. Диск радиусом $r=10$ см, находившийся в состоянии покоя,

начал вращаться с постоянным угловым ускорением $\alpha = 0,5 \text{ рад/с}^2$. Найти тангенциальное a_{τ} и нормальное a_n и полное a ускорения точек, лежащих на окружности диска, в конце второй секунды после начала движения.

117. 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 $r = 4 \text{ см}$.

118. 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.

119. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением $a_{\tau} = 0,5 \text{ м/с}^2$. 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 $F = 10 \text{ Н}$. Какую работу A нужно совершить, чтобы сжать пружину на $x_2 = 10 \text{ см}$, 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 ρ 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 $k = 800 \text{ Н/м}$, сжатую на $x = 6 \text{ см}$, дополнительно сжать на $\Delta x = 8 \text{ см}$.

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

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

130. Определить работу растяжения двух соединенных

последовательно пружин жесткостями $k_1 = 400 \text{ Н/м}$ и $k_2 = 250 \text{ Н/м}$, если первая пружина растянулась при этом на $x = 2 \text{ см}$.

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

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

133. Снаряд, летевший со скоростью $V = 400 \text{ м/с}$ в верхней точке траектории разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $V_1 = 150 \text{ м/с}$. 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 $\alpha = 30^\circ$ 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 $V_1 = 4 \text{ м/с}$, стал- кивается с шаром массой $m_2 = 4 \text{ кг}$, скорость V_2 которого равна 12 м/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 $\alpha = 30^\circ$ к горизонту.

139. Человек массой $m_1 = 70 \text{ кг}$, бегущий со скоростью $V_1 = 9 \text{ км/ч}$, 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 $\alpha=30^\circ$, 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 18 нДж .

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 $f=0,01$.

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 $t=2\text{ с}$.

150. В баллистический маятник массой $M=5\text{ кг}$ попала пуля массой $m=10\text{ г}$ и застряла в нем. Найти скорость v 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 ϵ 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

$J = 150 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, 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 ϵ 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 $\omega = 9 \text{ рад/с}$.

155. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом $R = 0,5 \text{ м}$ 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 $\Delta t = 8 \text{ с}$. 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 $\phi = 2t + 0,2t^3$. Определить вращающий момент M , действующей на стержень через время $t = 2 \text{ с}$ после начала вращения, если момент инерции стержня $J = 0,048 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

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 $M = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить массу диска, если известно, что его угловое ускорение ϵ 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 $J_1 = 3,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ до $J_2 = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

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 ω 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 $J = 10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ 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 $m_0 = 10$ г, летящая в горизонтальном направлении со скоростью $V_0 = 500$ м/с, и застревает в стержне. На какой угол отклонится стержень после удара?

171. Шарик массой $m = 60$ г колеблется с периодом $T = 2$ с. В начальный момент времени смещение шарика $x_0 = 4,0$ см и он обладает энергией $E = 0,02$ 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 $A_1 = A_2 = 3$ см, $\omega_1 = \omega_2 = \pi$ с⁻¹, $\tau = 0,5$ 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 $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_2 t$, где $A_1 = 8$ см, $A_2 = 4$ см, $\omega_1 = \omega_2 = 2$ 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 $x = A \sin \omega t$, где $A = 5$ см, $\omega = 2$ 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 ν вещества и число молекул N кислорода массой $m = 0,5$ кг.

202. Сколько атомов содержится в ртути массой $m = 1$ г и количеством вещества $\nu = 0,2$ 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 равно 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 $T = 300 \text{ К}$, 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 $p = 540 \text{ кПа}$.

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

214. Молярная внутренняя энергия U_m некоторого двухатомного газа равна $6,02 \text{ кДж/моль}$. 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 $V = 2\text{л}$ под давлением $p = 200\text{кПа}$. Масса газа $m = 0,3\text{г}$.

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 $E_{\text{к}}$ всех молекул этого газа; количество вещества ν водорода $0,5\text{моль}$.

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

219. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки равна $6 \cdot 10^{-10}\text{г}$. Газ находится при температуре $T = 400\text{K}$. 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 $T = 300\text{K}$. Определить также полную кинетическую энергию $E_{\text{к}}$ молекулы при тех же условиях.

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

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

223. Найти m воздуха, заполняющего аудиторию высотой $h = 5\text{м}$ и площадью пола $S = 200\text{м}^2$. Давление воздуха $p = 100\text{кПа}$. Температура помещения $t = 17^\circ\text{C}$. Молярная масса воздуха $M = 0,029\text{кг/моль}$.

224. Какое количества ν газа находится в баллоне $V = 10\text{м}^3$ при давлении $p = 96\text{кПа}$ 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 14г , температура газа стало равной $t_2 = 17^\circ\text{C}$. Определите давление азота, оставшегося в баллоне.

226. В сосуде вместимостью $V = 0,3\text{л}$ при температуре $t = 290\text{K}$ 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 $p_1 = 100\text{кПа}$. При нагревании бутылки пробка вылетела. До какой температуры t_2 нагрели бутылку, если известно, что пробка

вылетела при давлении воздуха в бутылке $p_2 \approx 130 \text{ кПа}$?

228. Масса $m \approx 12 \text{ г}$ газа занимает объем $V \approx 4 \text{ л}$ при температуре $t_1 \approx 7^\circ\text{C}$. После нагревания газа при постоянном давлении его плотность стало равной $\rho \approx 0,6 \text{ кг/м}^3$. До какой температуры t_2 нагрели газ?

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

230. Газ при температуре $T \approx 309 \text{ К}$ давление $p \approx 0,7 \text{ МПа}$ имеет плотность $\rho \approx 12 \text{ кг/м}^3$. Определить относительную молекулярную массу M_r газа.

231. В сосуде 1 объемом $V \approx 3 \text{ л}$ находится газ под давлением $p_1 \approx 0,2 \text{ МПа}$. В сосуде 2 объемом $V \approx 4 \text{ л}$ находится то же газ под давлением $p_2 \approx 0,1 \text{ МПа}$. Температуры газа в обоих сосудах одинаковы. Под каким давлением p будет находиться газ, если соединить сосуды с трубкой.

232. Баллон вместимостью $V \approx 20 \text{ л}$ содержит смесь водорода и азота при температуре 290 К и давлении 1 МПа . Определите массу водорода, если масса смеси равна 150 г .

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

234. Один баллон объемом $V \approx 10 \text{ л}$ содержит кислород под давлением $p_1 \approx 1,5 \text{ МПа}$, другой баллон объемом $V \approx 22 \text{ л}$ содержит азот под давлением $p_2 \approx 0,6 \text{ МПа}$. Когда баллоны соединили между собой, оба газа смешались, образовав однородную смесь (без изменения температуры). Найти парциальные давления p_1 и p_2 обоих газов в смеси и полное давление p смеси.

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

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

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

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

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

240. В сосуде находится масса $m_1 \approx 10 \text{ г}$ углекислого газа и масса

$m_2 = 15$ г азота. Найти плотность ρ смеси при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ и давлении $p = 150$ Па.

241. Найти среднюю длину свободного хода пробега $\langle l \rangle$ молекул воздуха при нормальных условиях. Диаметр молекул воздуха $d = 0,3$ нм.

242. Баллон вместимостью $V = 10$ л содержит водород массой $m = 1$ 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 $V = 5$ л. Масса газа $m = 0,5$ кг.

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

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

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

249. Найти среднюю продолжительность $\langle \tau \rangle$ свободного пробега молекул кислорода при температуре $T = 250$ К и давлении $p = 100$ Па.

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 $\langle l \rangle = 870$ мкм.

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

252. При изотермическом расширении азота при температуре $T = 280$ 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 $m = 0,2$ кг.

253. Кислород массой $m = 200$ г занимает объем $V_1 = 100$ л и находится под давлением $p_1 = 200$ кПа. При нагревании газ расширяется при постоянном давлении до объема $V_2 = 300$ л, а затем его давление возросло до $p_2 = 500$ 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 ($T = 300\text{K}$) 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 $T_1 = 200\text{K}$ до температуры $T_2 = 400\text{K}$. 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 $T = 300\text{K}$.

257. Какая работа A совершается при изотермическом расширении водорода массой $m = 5\text{г}$, взятого при температуре $T = 290\text{K}$, 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 $A = 1\text{Дж}$ и передал охладителю количество теплоты $Q_2 = 4,2\text{Дж}$. Определить к.п.д. η цикла.

262. Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты $Q = 4\text{кДж}$. Определить работу A газа при протекания цикла, если его термический к.п.д. $\eta = 0,1$.

263. Идеальный газ совершил цикл Карно, $2/3$ количество теплоты Q_1 , полученного из нагревателя, отдает охладителю. Температура T_2 охладителя равна 280K . 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 $Q_1 = 2,512\text{кДж}$.

Температура нагревателя $T_1 = 400\text{K}$, температура холодильника $T_2 = 300\text{K}$. 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% количества теплоты, получаемое от нагревателя, передается холодильнику. Машина получает от нагревателя количество теплоты $Q_1 = 6,28\text{кДж}$. Найти к.п.д. η цикла и работу A , совершаемую за один цикл.

267. В цикле Карно газ получил от нагревателя теплоту $Q_1 = 500\text{Дж}$ и совершил работу $A = 100\text{Дж}$. Температура нагревателя $T_1 = 400\text{K}$. Определить температуру T_2 охладителя.

268. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту $Q_1 = 84\text{кДж}$. 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 $T_1 = 380\text{K}$ до $T_1 = 560\text{K}$. Температура теплоприемника $T_2 = 280\text{K}$.

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

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

272. Воздушный пузырек диаметром $d = 2\text{мм}$ находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность ρ 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 $d = 5\text{мм}$?

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

275. Вода по каплям вытекает из вертикальной трубки внутренним радиусом $r = 1\text{мм}$. 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 $r = 1\text{мм}$ каждая?

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

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

279. На какую высоту поднимается бензол в капилляре, внутренний диаметр которого $d \approx 1 \text{ мм}$? Смачивание считать полным.

280. Капилляр, внутренний радиус которого $r \approx 0,5 \text{ мм}$, 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.

6. Рекомендуемая литература

Основная литература

Механика, молекулярная физика и основы термодинамики : учебное пособие для выполнения лабораторных работ / В. А. Андреев [и др.] ; под ред. В. В. Самарина. - Чебоксары : ЧПИ (ф) МГОУ, 2010.

Оптика и квантовая физика : учебное пособие для выполнения лабораторных работ / В. А. Андреев [и др.] ; под ред. С. М. Казакова. - Чебоксары : ЧПИ (ф) МГОУ, 2010.

Самарин, В. В. Атомная и ядерная физика : учеб. пособие для выполнения лабораторных работ / В. В. Самарин. - Чебоксары : ЧПИ (ф) МГОУ, 2012.

Трофимова, Т. И. Курс физики [Текст] : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 14-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 559 с.

Демидченко В. И. Физика [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2016. — 581 с. - Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=469821>

Дополнительная литература

Чертов, А. Г. Задачник по физике : учебное пособие / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1988.

Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. - 7-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2006.

Хавруняк В. Г. Курс физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Г. Хавруняк. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=375844>

Периодика

Наука и Жизнь [Электронный ресурс] :научно-популярный журнал / гл. ред. Лозовская Е.Л. — М.: Наука и жизнь, 2018. — Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=430673

Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика [Электронный ресурс] :научно-теоретический журнал / Белорусский государственный университет. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/journal/2495#journal_name

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для написания РГР

1. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-

библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com>.

2. «Университетская библиотека онлайн» - [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.

3. Издательство ЛАНЬ [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.

ПРИЛОЖЕНИЯ
(справочное)
Форма титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1
по дисциплине
«ФИЗИКА»

Выполнил: студент __ курса

(Ф. И. О.) очной формы обучения
специальность _____
уч. шифр _____
конт. телефон _____

Проверил: _____

Чебоксары 20__

1. ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Таблица 1

Основные физические постоянные (округленные значения)

Нормальное ускорение свободного падения	g	9,81 м/с ²
Гравитационная постоянная	G	6,67 · 10 ⁻¹¹ м ² /(кг · с)
Постоянная Авогадро	N_A	6,02 · 10 ²³ моль ⁻¹
Молярная газовая постоянная	R	8,31 Дж/(моль · К)
Стандартный объем*	V_m	22,4 · 10 ⁻³ м ³ /моль
Постоянная Больцмана	k	1,38 · 10 ⁻²³ 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) Ar элементов периодической системы

Элемент	Символ	Ar	Элемент	Символ	Ar
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