

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Филиал ФГБОУ ВО «УдГУ» в г. Воткинске
Кафедра информационных и инженерных технологий

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**
по курсу «Основы механики и молекулярная физика» для студентов
21.03.01 «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО»,
профиль подготовки
«Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»



Ижевск
2023

УДК 531/534(075.8)+539.1(075.8)

ББК 22.36p30+22.2p30

М545

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом филиала ФГБОУ ВО «УдГУ» в г. Воткинске

Рецензент: канд. тех. наук, доцент, ВФ ИжГТУ О.В. Никитина

Составитель: Гайсина Л.Г.

М545 Методические рекомендации к выполнению контрольных заданий по курсу «Основы механики и молекулярная физика» для студентов 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль подготовки «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти» : [Электрон. ресурс] / сост. Л.Г. Гайсина. – Ижевск : Удмуртский университет, 2023. – 49 с.

Объектом методических указаний являются процессы подготовки и написания контрольной работы по курсу «Основы механики и молекулярная физика» по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиля подготовки «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти».

Целью работы является оказание помощи студентам-заочникам инженерно-технических специальностей высших учебных заведений в изучении курса физики. Оно содержит в себе рекомендации при выполнении контрольных заданий, а также методические материалы для изучения разделов физики «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика».

Данное методическое пособие является одной из составных частей организационно-методического обеспечения студентов-заочников инженерных специальностей кафедры «Информационных и инженерных технологий» филиала в городе Воткинск Удмуртского государственного университета.

УДК 531/534(075.8)+539.1(075.8)

ББК 22.36p30+22.2p30

© Л.Г. Гайсина, сост., 2023

© ФГБОУ ВО «Удмуртский

государственный университет», филиал

в г. Воткинске, 2023

1. ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Основы механики и молекулярная физика» относится к базовой части Б1.О.11 ОП ВО подготовки бакалавров по направлению 21.03.01 Нефтегазовое дело. Данный раздел физики изучается в первом семестре, где с освоением теоретического материала дисциплины, обязательным является выполнением контрольной работы указанного раздела. В контрольную работу включены типовые задачи по «Основам механики и молекулярной физики», и примеры их решения, что совместно с проработкой теоретического материала, способствует формированию у студентов инженерного мышления, без которого невозможна успешная работа в выбранной профессиональной деятельности.

Главной целью методического указания является оказание помощи студентам-заочникам инженерно-технических специальностей высших учебных заведений в изучении курса физики. Оно содержит в себе рекомендации при выполнении контрольных заданий, а также методические указания по изучению разделов физики «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика».

В совокупности с другими дисциплинами базовой части ФГОС ВО дисциплина «Основы механики и молекулярная физика» направлена на формирование следующей компетенции бакалавра по направлению 21.03.01 Нефтегазовое дело:

ОПК-1

Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.

ОПК-1.1. умеет использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля.

ОПК-1.2. умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей.

ОПК-1.2. умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей.

ОПК-1.4. знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов.

ОПК-1.5. участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования.

ОПК-1.6. владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия.

Данное методическое пособие является одной из составных частей организационно-методического обеспечения студентов-заочников инженерных специальностей кафедры «Информационных и инженерных технологий» филиала в городе Воткинск Удмуртского государственного университета.

2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА «ОСНОВЫ МЕХАНИКИ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»

Для выполнения контрольной работы, студентам необходимо проработать теоретический материал данного раздела физики по следующим темам.

1. *Кинематика материальной точки.*

Система отсчёта. Кинематика материальной точки. Способы описания движения. Скорость и ускорение при прямолинейном и криволинейном движении. Нормальное и тангенциальное ускорение.

2. *Динамика материальной точки.*

Законы Ньютона. Импульс. Масса. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

3. *Кинематика и динамика вращательного движения абсолютно твёрдого тела, механической системы.*

Кинематические параметры вращательного движения (угловая скорость, угловое ускорение). Момент силы, момент импульса, связь между ними. Момент инерции. Кинетическая энергия вращения твёрдого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Уравнение динамики вращательного движения

4. *Законы сохранения в механике.*

Энергия. Работа. Мощность. Поле тяготения. Потенциал поля тяготения. Закон сохранения энергии. Теоремы о кинетической, потенциальной энергии. Импульс тела. Закон сохранения изменения импульса. Упругое и неупругое соударение тел. Законы сохранения, изменения момента импульса

5. *Молекулярно-кинетическая теория.*

Характеристики атомов и молекул. Параметры состояния. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Распределение Максвелла. Средние скорости. Идеальный газ в однородном поле тяготения. Барометрическая формула.

6. *Физические основы термодинамики.*

Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Тепловая машина. КПД тепловой машины. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Приведенное количество тепла. Энтропия. Границы применимости второго начала термодинамики. Термодинамическое описание изопроцессов в идеальных газах

7. *Реальные газы и жидкости, явление переноса.*

Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Силы внутреннего трения, Коэффициент вязкости. Капиллярные явления. Поверхностное натяжение, сжимаемость жидкостей и газов.

3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Перед выполнением контрольной работы необходимо ознакомиться с материалом, указанным в рабочей программе, изучить соответствующие разделы рекомендованной учебной литературы.

2. Контрольные работы выполняются только по условиям задач данного пособия и своего варианта. Замена задач не допускается.

3. Номер варианта соответствует прикрепленному списку обучающейся группы в ЭИОС курса на <https://distedu.ru/course/view.php?id=2301>

4. Контрольная работа выполняется в отдельной школьной тетради, и лицевая сторона подписывается по следующему образцу (Приложение А):

Контрольная работа №
по Физике
студента заочного отделения
Специальность: Нефтегазовое дело
Группа: *пишется шифр группы*
№ зачетной книжки
Фамилия
Имя
Отчество
ФИО преподавателя

5. Условия задач в контрольной работе переписываются полностью без сокращений. Все числовые величины должны быть переведены в одну систему единиц (СИ).

6. Выполните схематический чертёж (где это возможно), отражающий условия задачи и идею её решения.

7. Решение задач и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями, в которых указываются основные законы и формулы, на которых базируется решение данной задачи (Приложение В).

8. При получении расчетной формулы, которая нужна для решения конкретной задачи, надо приводить ее вывод.

9. Решение задачи рекомендуется сначала делать в общем виде, т. е. только в буквенных обозначениях, поясняя применяемые при написании формул обозначения (Приложение Б).

10. Вычисления следует проводить путем подстановки заданных числовых величин в расчетную формулу.

11. Необходимо проверять единицы полученных величин по расчетной формуле, тем самым подтвердив ее правильность.

12. Константы физических величин и другие справочные данные выбираются из (Приложение Г).

13. Студент, контрольная работа которого не получила положительную оценку, не допускается к сдаче экзамена по соответствующей дисциплине.

4. ЗАДАЧИ ДЛЯ ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Таблица 1

Варианты к контрольной работе № 1 (часть 1).

Основы механики

Вариант	Номера контрольных заданий			
	1	2	3	4
01	1.01	1.16	1.31	1.46
02	1.02	1.17	1.32	1.47
03	1.03	1.18	1.33	1.48
04	1.04	1.19	1.34	1.49
05	1.05	1.20	1.35	1.50
06	1.06	1.21	1.36	1.51
07	1.07	1.22	1.37	1.52
08	1.08	1.23	1.38	1.53
09	1.09	1.24	1.39	1.54
10	1.10	1.25	1.40	1.55
11	1.11	1.26	1.41	1.56
12	1.12	1.27	1.42	1.57
13	1.13	1.28	1.43	1.58
14	1.14	1.29	1.44	1.59
15	1.15	1.30	1.45	1.60
16	1.16	1.31	1.46	1.15
17	1.17	1.32	1.47	1.16
18	1.18	1.33	1.48	1.17
19	1.19	1.34	1.49	1.18
20	1.20	1.35	1.50	1.19
21	1.21	1.36	1.51	1.20
22	1.22	1.37	1.52	1.21
23	1.23	1.38	1.53	1.22
24	1.24	1.39	1.54	1.23
25	1.25	1.40	1.55	1.24
26	1.26	1.41	1.56	1.35
27	1.27	1.42	1.57	1.36

28	1.28	1.43	1.58	1.37
29	1.29	1.44	1.59	1.38
30	1.30	1.45	1.60	1.39

1.01 Тело массой m 2кг движется поступательно под действием некоторой силы согласно уравнению $x=5+3t +t^2 -0,2t^3$. Найти значение этой силы в момент времени $t=2$ с и $t=5$ с. В какой момент времени сила равна нулю?

1.02 Автомобиль движется по закруглению шоссе, радиус кривизны которого равен $R=200$ м. Коэффициент трения μ колес о покрытие дороги равен 0,1 (гололед). При какой скорости автомобиля v начнется его занос?

1.03 Наклонная плоскость, образующая угол $\alpha=25^\circ$ с плоскостью горизонта, имеет длину $l=2$ м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время $t=2$ с. Определить коэффициент трения μ тела о плоскость.

1.04 Начальная скорость пули $v_0 =800$ м/с. При движении в воздухе за время $t=0,8$ с. ее скорость уменьшилась до $v=200$ м/с. Масса пули равна $m=10$ г. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной скорости, определить коэффициент сопротивления γ . Действием силы тяжести пренебречь.

1.05 Автомобиль массой $m=5$ т движется со скоростью $v=10$ м/с по выпуклому мосту. Определить силу давления автомобиля на мост в его верхней части, если радиус R кривизны моста равен 50 м.

1.06 Тело брошено с башни горизонтально со скоростью $v_0=15$ м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить радиус R кривизны траектории тела через $t=2$ с после начала движения.

1.07 К потолку вагона, движущегося в горизонтальном направлении с ускорением $a=4,9$ м/с², подвешен на нити шарик массой $m=200$ г. Определите для установившегося движения: 1) силу натяжения нити; 2) угол отклонения нити от вертикали.

1.08 Грузовой автомобиль массой $m=5$ т двигался со скоростью $v=90$ км/ч и под действием постоянной силы торможения остановился через $t=20$ секунд. Определить: 1) величину тормозящей силы; 2) пробег машины до полной остановки после начала торможения; 3) работу, совершенную при торможении автомобиля.

1.09 Шайба, пущенная по поверхности льда с начальной скоростью $v_0=20$ м/с, остановилась через $t=40$ секунд. Определите коэффициент μ трения шайбы о лед.

1.10 Тело, имеющее постоянную массу, до торможения двигалось равномерно, а в момент остановки тормозящая сила достигла значения $F_k = -40$ Н. Определить тормозящую силу F через время $t=3$ с после начала торможения, если тормозной путь в зависимости от времени изменялся по закону $S=At+Bt^3$, где $A=12$ м/с; $B=0,25$ м/с³.

1.11 По наклонной плоскости с углом α наклона к горизонту, равным 30° , скользит тело. Определите скорость тела в конце второй секунды от начала движения, если коэффициент трения $\mu=0,15$.

1.12 Тело брошено под некоторым углом α к горизонту. Найти этот угол, если горизонтальная дальность S полета тела в четыре раза больше максимальной высоты H траектории.

1.13 Автомобиль массой $m=1,5$ т поднимается по шоссе с уклоном 30° под действием силы тяги $F=7$ кН. Коэффициент трения между шинами автомобиля и поверхностью шоссе равен $\mu=0,1$. Найти ускорение автомобиля.

1.14 Человек, масса которого $m=70$ кг, прыгает с неподвижной тележки со скоростью $v=7$ м/с. Определить силу трения тележки о землю, если тележка после толчка остановилась через $t=5$ с.

1.15 Тело массой $m=0,2$ кг подвешено на нити длиной $l=0,8$ м. Его отклонили от положения равновесия до высоты точки подвеса и отпустили, в результате чего нить оборвалась. На какой высоте находилось тело в момент разрыва нити, если она разрывается под действием силы $F=4$ Н?

1.16 Автомобиль движется по закруглению шоссе радиусом $R=400$ м, при этом тангенциальное ускорение автомобиля $a_t=0,2$ м/с². Определить нормальное и полное ускорения автомобиля в момент времени, когда его скорость равна $v=20$ м/с.

1.17 Колесо радиусом $R=0,1$ м вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени выражается уравнением $\varphi=a+bt+kt^3$, где $b=2$ с⁻¹, $k=1$ с⁻³. Для точек, лежащих на ободе колеса, найти: угловую и линейную скорости; угловое, тангенциальное и нормальное ускорения через $t=2$ с после начала движения.

1.18 Гирия массой $m=0,1$ кг привязана к концу нити, намотанной на барабан в виде диска радиусом $R=4$ см. Найти момент инерции барабана, если гирия опускается с ускорением $a=0,80$ м/с².

1.19 На краю платформы в виде сплошного диска диаметром $d=3$ м и массой $m=180$ кг стоит человек массой $M=70$ кг. С какой угловой скоростью будет вращаться платформа, если по ее краю пойдет человек со скоростью $v=1,8$ м/с относительно платформы?

1.20 Платформа в виде сплошного диска радиусом $R=1,5$ м и массой $M=180$ кг вращается по инерции около вертикальной оси с частотой $n=10$ мин⁻¹. В центре платформы стоит человек массой $m=60$ кг. Какую линейную скорость относительно пола будет иметь человек, если он перейдет на край платформы?

1.21 Через неподвижный блок в виде однородного диска массой $m=0,2$ кг перекинута невесомая нить, к концам которой прикреплены два тела массами $m_1=0,35$ кг и $m_2=0,55$ кг. Пренебрегая трением в оси блока, определить: 1) ускорение грузов; 2) отношение T_1/T_2 сил натяжения нити.

1.22 На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом $R=50$ см намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой $m=6,4$ кг. Груз, разматывая нить, опускается с ускорением $a=2$ м/с². Определить: 1) момент инерции J вала; 2) массу m вала.

1.23 Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого равен $J=1,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, вращаясь при торможении равнозамедленно, за время $t=1$ мин уменьшил частоту своего вращения с $n_1=240$ об/мин до $n_2=120$ об/мин. Определить: 1) угловое ускорение маховика; 2) момент силы торможения; 3) работу торможения A .

1.24 Однородный диск, имеющий вес $P=124$ Н, вращается с постоянным угловым ускорением, и его движение описывается уравнением $\varphi=30t^2+2t+1$. Диск вращается под действием постоянной тангенциальной силы $F_\tau=90$ Н, приложенной к ободу диска. Определить момент сил трения $M_{\text{тр}}$, действующих на диск при его вращении. Радиус диска $R=15$ см.

1.25 Платформа в виде диска радиусом $R=1$ м вращается по инерции с частотой $n=6$ мин⁻¹. На краю платформы стоит человек, масса которого $m=88$ кг. С какой частотой будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции платформы $J_0=120 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

1.26 Вал массой $m=100$ кг и радиусом $R=5$ см вращается с частотой $n=8$ с⁻¹. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой $N=40$ Н, под действием которой вал остановился через время $t=10$ с. Определить коэффициент трения.

1.27 Маховик массой $m=4$ кг свободно вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, с частотой $n=720$ об/мин. Массу маховика можно считать распределенной по его ободу радиусом $R=40$ см. Через $t=30$ с под действием тормозящего момента маховик остановился. Найти тормозящий момент и число оборотов, которое сделает маховик до полной остановки.

1.28 Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi=10+20t-2t^2$. Найти величину и направление полного ускорения точки, находящейся на расстоянии $r=0,1$ м от оси вращения для момента времени $t=4$ с.

1.29 Ротор центрифуги, вращавшийся с частотой $n=10000$ мин⁻¹, останавливается под действием момента сил трения $M_{\text{тр}}=0,2$ Нм. Если масса ротора $m=4,3$ кг, а его радиус $R=0,07$ м, то сколько оборотов совершит ротор до полной остановки? За какой промежуток времени ротор полностью остановится?

1.30 Два маховика в виде дисков, имеющих одинаковые массы и радиусы, были раскручены до частоты вращения $n=480 \text{ мин}^{-1}$ и предоставлены самим себе. Под действием сил трения валов о подшипники первый остановился через $t_1=80 \text{ с}$, а второй сделал $N=240$ оборотов до остановки. У какого маховика момент сил трения валов о подшипники был больше и во сколько раз?

1.31 Шар массой $m_1=20 \text{ г}$, движущийся горизонтально с некоторой скоростью v_1 , столкнулся с неподвижным шаром массой $m_2=40 \text{ г}$. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Какую долю своей кинетической энергии первый шар передал второму?

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

1.33 В баллистический маятник массой $m=5 \text{ кг}$ попала пуля массой $m_0=10 \text{ г}$ и застряла в нем. Найти скорость v пули, если маятник, отклонившись после удара, поднялся на высоту $h=10 \text{ см}$.

1.34 Сколько времени t будет скатываться без скольжения обруч с наклонной плоскости длиной $l=2 \text{ м}$ и высотой $h=10 \text{ см}$?

1.35 Какое количество энергии пошло на деформацию двух столкнувшихся шаров, массами по $m=4 \text{ кг}$ каждый, если они двигались навстречу друг другу со скоростями $v_1=3 \text{ м/с}$ и $v_2=8 \text{ м/с}$, а удар был прямой и неупругий?

1.36 Медный шар радиусом $R=10 \text{ см}$ вращается с частотой $n=2 \text{ с}^{-1}$ вокруг оси, проходящей через его центр. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить угловую скорость вращения шара вдвое?

1.37 Определить КПД неупругого удара молота массой $m_1=0,5 \text{ т}$, падающего на сваю массой $m_2=120 \text{ кг}$. Полезной считать энергию, пошедшую на вбивание сваи.

1.38 С наклонной плоскости, составляющей угол $\varphi = 30^\circ$ с горизонтом, скатывается без скольжения шар. Пренебрегая трением, определить время движения шара по наклонной плоскости, если известно, что его центр масс при скатывании понизился на 30 см.

1.39 Какую работу нужно произвести, чтобы маховику массой $m = 0,6$ т, распределенной по ободу с диаметром $D = 1,6$ м, сообщить вращение с частотой $n = 240$ мин $^{-1}$?

1.40 Автомобиль массой $m = 1,5$ т движется в гору, уклон которой составляет 3 м на каждые 100 м пути. Определить:

- 1) работу, совершаемую двигателем автомобиля на пути $s = 5$ км, если коэффициент трения равен $\mu = 0,1$;
- 2) развиваемую двигателем мощность W , если известно, что этот путь был преодолен за время $t = 5$ мин.

1.41 Найти отношение линейных скоростей центров обруча и шара, катящихся по горизонтальной поверхности, если известно, что их массы и кинетические энергии одинаковы.

1.42 Пуля массой $m_0 = 10$ г, летящая со скоростью $v = 200$ м/с, попадает в шар массой $m = 1,5$ кг, подвешенный на тросе длиной $l = 1$ м (баллистический маятник), и застревает в нем. Определить угол отклонения α маятника.

1.43 К катящемуся по горизонтальной поверхности шару массой $m = 1$ кг приложили силу $F = 1$ Н и остановили его. Тормозной путь при этом был равен $S = 1$ м. Определить скорость шара до начала торможения.

1.44 Груз массой $M = 700$ кг падает с высоты $h = 5$ м для забивания сваи массой $m = 300$ кг. Найти среднюю силу сопротивления грунта, если в результате одного удара свая входит в грунт на глубину $h = 4$ см. Удар между грузом и сваем считать абсолютно неупругим.

1.45 Для определения мощности двигателя на его шкив диаметром $d=20$ см накинули ленту. К одному концу ленты прикреплен динамометр, к другому подвесили груз. Найти мощность W двигателя, вращающегося с частотой $n=24$ с⁻¹. Масса груза равна $m=1$ кг и показания динамометра $F=24$ Н.

1.46 В какой точке на прямой, соединяющей центры Земли и Луны, ракета, летящая на Луну, будет притягиваться Землей и Луной с одинаковой силой?

1.47 К стальному стержню длиной $l=3$ м и диаметром $d=2$ см подвешен груз массой $m=2,5 \cdot 10^3$ кг. Определить напряжение σ в стержне, относительное ε и абсолютное x удлинения проволоки.

1.48 На какой высоте h ускорение свободного падения вдвое меньше его значения на поверхности Земли?

1.49 К вертикальной проволоке длиной $l=5$ м и площадью поперечного сечения $S=2$ мм² подвешен груз массой $m=5,1$ кг. В результате чего проволока удлинилась на $x=0,6$ мм. Найти модуль Юнга E материала проволоки.

1.50 Искусственный спутник Земли движется вокруг нее по круговой орбите. Во сколько раз гравитационная потенциальная энергия спутника больше его кинетической энергии?

1.51 Определите относительное удлинение алюминиевого стержня, если при его растяжении была затрачена работа $A=6,9$ Дж. Длина стержня $l=1$ м, площадь поперечного сечения $S=1$ мм², модуль Юнга для алюминия $E=69$ ГПа.

1.52 Шарик, масса которого $m=5$ г, находится в точке, лежащей на продолжении оси тонкого однородного стержня на расстоянии $a=10$ см от его ближайшего конца. Длина стержня $l=1$ м, масса $m=2$ кг. Определить силу взаимодействия стержня и шарика. Размерами шарика пренебречь.

1.53 При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх пуля массой $m=20$ г поднялась на высоту $h=5$ м. Определить жесткость k пружины пистолета, если она была сжата на $\Delta x=10$ см. Массой пружины пренебречь.

1.54 Определить ускорение свободного падения g на высоте $h=200$ км над Землей, принимая ускорение свободного падения на поверхности Земли $g_0=9,81$ м/с², а радиус Земли $R_3=6400$ км.

1.55 Два вагона (масса каждого $m=15$ т) движутся навстречу друг другу со скоростью $v=3$ м/с и сталкиваются между собой. Определите сжатие пружины буферов вагонов, если известно, что сила пропорциональна деформации, и под действием силы $F=50$ кН пружина сжимается на $\Delta l=1$ см.

1.56 Определить линейную и угловую скорости спутника Земли, обращающегося по круговой орбите на высоте $h=1000$ км. Ускорение свободного падения g_0 и радиус Земли R_3 считать известными.

1.57 Медная проволока сечением $S=8$ мм² под действием растягивающей силы удлинилась на столько, на сколько она удлиняется при нагревании на $\Delta T=30$ К. Принимая для меди модуль Юнга $E=118$ ГПа и коэффициент линейного расширения $\alpha=1,7 \cdot 10^{-5}$ К⁻¹, определить значение этой силы.

1.58 Стационарным искусственным спутником Земли называется спутник, находящийся постоянно над одной и той же точкой экватора. Определить расстояние от такого спутника до центра Земли.

1.59 Определить, какую работу необходимо совершить, чтобы сжать пружину на $\Delta x=15$ см, если известно, что сила пропорциональна деформации и под действием силы в $F=20$ Н пружина сжимается на $\Delta x_1=1$ см.

1.60 Радиус R малой планеты равен 250 км. Средняя плотность $\rho=3$ г/см³. Определите ускорение свободного падения g на поверхности планеты.

**Варианты к контрольной работе № 1 (часть 2).
Молекулярная физика**

Вариант	Номера контрольных заданий				
	1	2	3	4	5
01	2.01	2.16	2.31	2.46	2.61
02	2.02	2.17	2.32	2.47	2.62
03	2.03	2.18	2.33	2.48	2.63
04	2.04	2.19	2.34	2.49	2.64
05	2.05	2.20	2.35	2.50	2.65
06	2.06	2.21	2.36	2.51	2.66
07	2.07	2.22	2.37	2.52	2.67
08	2.08	2.23	2.38	2.53	2.68
09	2.09	2.24	2.39	2.54	2.69
10	2.10	2.25	2.40	2.55	2.70
11	2.11	2.26	2.41	2.56	2.71
12	2.12	2.27	2.42	2.57	2.72
13	2.13	2.28	2.43	2.58	2.73
14	2.14	2.29	2.44	2.59	2.74
15	2.15	2.30	2.45	2.60	2.75
16	2.16	2.31	2.46	2.61	2.76
17	2.17	2.32	2.47	2.62	2.77
18	2.18	2.33	2.48	2.63	2.78
19	2.19	2.34	2.49	2.64	2.79
20	2.20	2.35	2.50	2.65	2.80
21	2.21	2.36	2.51	2.66	2.81
22	2.22	2.37	2.52	2.67	2.82
23	2.23	2.38	2.53	2.68	2.83
24	2.24	2.39	2.54	2.69	2.84
25	2.25	2.40	2.55	2.70	2.85
26	2.26	2.41	2.56	2.71	2.86
27	2.27	2.42	2.57	2.72	2.87
28	2.28	2.43	2.58	2.73	2.88
29	2.29	2.44	2.59	2.74	2.89
30	2.30	2.45	2.60	2.75	2.90

2.01 Одна треть молекул азота массой $m=10$ г распалась на атомы. Определить полное число N частиц, находящихся в газе.

2.02 В баллоне вместимостью $V=3$ л находится кислород массой $m=4$ г. Определить количество вещества ν и число N молекул газа.

2.03 В сосуде вместимостью $V=5$ л находится однородный газ количеством вещества $\nu=0,2$ моль. Определить, какой это газ, если его плотность $\rho=1,12$ кг/м³.

2.04 Кислород при нормальных условиях заполняет сосуд вместимостью $V=11,2$ л. Определить количество вещества ν газа и его массу m .

2.05 Колба вместимостью $V=0,5$ л содержит газ при нормальных условиях. Определить число N молекул газа, находящихся в колбе.

2.06 Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в $m=0,2$ г водорода при температуре $t=27$ °С.

2.07 Сколько атомов содержится в газах массой 1 г каждый: 1) гелии; 2) кислороде; 3) фторе?

2.08 В сосуде вместимостью $V=0,2$ л находится кислород, количество вещества ν которого равно 0,2 моль. Определить плотность ρ газа.

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

2.10 В сосуде вместимостью $V=2$ л находится водород в количестве $\nu=0,2$. Определить плотность газа.

2.11 Баллон содержит водород массой $m=10$ г при температуре $T=280$ К. Считая газ идеальным определить: кинетическую энергию поступательного движения и полную кинетическую энергию всех молекул газа.

2.12 Определить количество ν вещества и число N молекул водорода, находящегося в сосуде объемом $V=50 \text{ м}^3$ под давлением $p=767 \text{ мм рт. ст.}$ при температуре $t=18 \text{ }^\circ\text{C}$. Какова плотность газа?

2.13 Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре $t=13 \text{ }^\circ\text{C}$, а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.

2.14 Определить количество вещества ν водорода, заполняющего сосуд вместимостью $V=3 \text{ л}$, если плотность газа $\rho=6,65 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$.

2.15 Давление газа $p=1 \text{ МПа}$, концентрация молекул этого газа $n_0=10^{10} \text{ см}^{-3}$. Определить температуру T газа и среднюю кинетическую $\langle \varepsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения молекул газа, принимая газ за идеальный.

2.16 Сосуд вместимостью $V=0,01 \text{ м}^3$ содержит азот массой $m_1=7 \text{ г}$ и водород массой $m_2=1 \text{ г}$ при температуре $T=280 \text{ К}$. Определить давление p смеси газов.

2.17 Найти плотность ρ газовой смеси, состоящей по массе из одной части водорода и восьми частей кислорода при давлении $p=100 \text{ кПа}$ и температуре $T=300 \text{ К}$.

2.18 Азот массой 7 г находится под давлением $p=0,1 \text{ МПа}$ и температуре $T_1=290 \text{ К}$. Вследствие изобарного нагревания азот занял объем $V_2=10 \text{ л}$. Определить: 1) объем V_1 газа до расширения; 2) температуру газа T_2 после расширения; 3) плотность газа до и после расширения.

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

2.20 В цилиндр длиной $l=1,6$ м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p_0 , начали медленно вдвигать поршень площадью $S=300$ м². Определить силу F , которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии $l_1=10$ см от дна цилиндра.

2.21 Какой объем занимает смесь $m_1=1$ кг кислорода и $m_2=2$ кг гелия при нормальных условиях? Какова молярная масса смеси?

2.22 В баллоне вместимостью $V=25$ л находится водород при температуре $T=290$ К. После того, как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p=0,4$ МПа. Определить массу m израсходованного водорода.

2.23 Баллон вместимостью $V=30$ л содержит смесь водорода и гелия при температуре $T=300$ К и давлении $p=828$ кПа. Масса m смеси равна 24 г. Определить массу m_1 водорода и массу m_2 гелия.

2.24 В баллоне содержится кислород $m_1=80$ г и аргон $m_2=320$ г. Давление смеси $p=1$ МПа, температура $T=300$ К. Принимая данные газы за идеальные, определить емкость V баллона.

2.25 Воздушный пузырек на дне озера глубиной $h=16$ м имеет объем $V=1,1$ см³. Температура на дне равна $t_1=5$ °С, а на поверхности $t_2=16$ °С. Определить объем пузырька в тот момент, когда он достигнет поверхности воды.

2.26 Сосуд, имеющий форму куба, объемом $V=8 \cdot 10^{-3}$ м³ заполнен воздухом при атмосферном давлении и температуре $t_1=20$ °С. Сосуд закрыт и нагрет до температуры $t_2=150$ °С. Определить силу, действующую на каждую из граней сосуда.

2.27 В баллоне вместимостью $V=15$ л находится азот под давлением $p_1=100$ кПа при температуре $t_1=27$ °С. После того как из баллона выпустили азот массой $m=14$ г, давление в баллоне понизилось до $p=16,3$ кПа. Определить температуру t_2 азота, оставшегося в баллоне.

2.28 Определить плотность смеси газов водорода массой $m_1=8$ г и кислорода массой $m_2=64$ г при температуре $T=290$ К и при давлении $p=0,1$ МПа. Газы считать идеальными.

2.29 Баллон вместимостью $V=20$ л содержит смесь водорода и азота при температуре $T=290$ К и давлении $p=1$ МПа. Определить массу водорода, если масса смеси равна $m=150$ г.

2.30 В сосуде вместимостью $V=0,5$ л при температуре $T=300$ К находится некоторый газ. Из-за утечки газа давление в баллоне понизилось на $\Delta p=150$ Па. Определить, какое число молекул вышло из сосуда в результате утечки газа.

2.31 При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода больше их наиболее вероятной скорости на 100 м/с.

2.32 Сосуд емкостью $V=2$ л содержит азот при температуре $t=27$ °С и давлении $p=0,5$ атм. Найти число молекул N в сосуде, число столкновений z между всеми молекулами за 1 с, среднюю длину $\langle \lambda \rangle$ свободного пробега молекул.

2.33 Определите наиболее вероятную скорость молекул газа, плотность которого при давлении $p=40$ кПа составляет $\rho=0,35$ кг/м³.

2.34 При каком давлении средняя длина свободного пробега молекул водорода равна $\langle \lambda \rangle=2,5$ м, если температура газа равна $t=67$ °С? Диаметр молекулы водорода принять равным $d=0,28$ нм.

2.35 Найти плотность азота, если молекула за 1 с испытывает $z=2,05 \cdot 10^8$ с⁻¹ столкновений при температуре $T=280$ К. Какова средняя длина свободного пробега молекул?

2.36 Определите среднюю длину свободного пробега молекул и число соударений за 1 с, происходящих между всеми молекулами азота, в сосуде емкостью $V=4$ л, содержащегося при нормальных условиях.

2.37 Определите плотность разреженного азота, если средняя длина свободного пробега молекул равна $\langle \lambda \rangle = 10$ см. Какова концентрация молекул?

2.38 Средняя длина свободного пробега $\langle \lambda_1 \rangle$ молекул водорода при нормальных условиях составляет 0,1 мкм. Определить среднюю длину их свободного пробега при давлении $p = 0,1$ мПа, если температура газа останется постоянной.

2.39 Определить давление, оказываемое газом на стенки сосуда, если его плотность равна $\rho = 0,01$ кг/м³, а средняя квадратичная скорость молекул газа составляет $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 480$ м/с.

2.40 Средняя длина свободного пробега молекул азота при нормальных условиях равна $\langle \lambda \rangle = 0,8 \cdot 10^{-5}$ см. Каков эффективный диаметр молекул?

2.41 Найдено, что наиболее вероятная скорость молекул газа при температуре T_1 совпадает со среднеквадратичной скоростью тех же молекул при температуре T_2 . Вычислить отношение T_2/T_1 .

2.42 Найти среднее число $\langle z \rangle$ столкновений, испытываемых в течение 1 с молекулой кислорода при нормальных условиях.

2.43 Баллон вместимостью $V = 10$ л содержит водород массой $m = 1$ г. Определить среднюю длину свободного пробега молекул.

2.44 Вакуумная система заполнена водородом при давлении $p = 10^{-3}$ мм рт. ст. Рассчитать эффективный диаметр молекулы водорода, если средняя длина свободного пробега составляет $\langle \lambda \rangle = 0,143$ м и температура в системе равна $t = 50$ °С.

2.45 Определить среднюю длину свободного пробега молекул и число соударений за 1 с, происходящих между всеми молекулами кислорода, находящегося в сосуде емкостью $V = 2$ л при температуре $t = 27$ °С и давлении $p = 100$ кПа.

- 2.46** Газовая смесь состоит из азота массой $m_1=2$ кг и аргона массой $m_2=1$ кг. Принимая эти газы за идеальные, определить удельные теплоемкости c_v и c_p газовой смеси.
- 2.47** Найти показатель адиабаты γ для смеси газов, содержащей гелий $m_1=10$ г и водород массой $m_2=4$ г.
- 2.48** Смесь газов состоит из хлора и криптона, взятых при одинаковых условиях и в равных объемах. Определить удельную теплоемкость c_p смеси.
- 2.49** Вычислить удельную теплоемкость c_v смеси двух газов (гелия массой $m_1=6$ г и азота массой $m_2=10$ г) при постоянном объеме.
- 2.50** Определить удельные теплоемкости c_p и c_v некоторого двухатомного газа, если известно, что масса одного киломоля этого газа равна $m=30$ кг, а отношение теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме составляет $c_p/c_v = 1,4$.
- 2.51** Чему равно отношение теплоемкостей c_p/c_v для газовой смеси, состоящей из двух киломолей гелия и 0,5 киломоля кислорода?
- 2.52** Найти удельную теплоемкость при постоянном давлении газовой смеси, состоящей из трех киломолей неона и двух киломолей азота.
- 2.53** Вычислить удельные теплоемкости c_p и c_v при постоянных давлении и объеме для гелия, если его молярная теплоемкость при постоянном давлении $C_p=20,8$ Дж/(моль*К).
- 2.54** Вычислить удельную теплоемкость c_v смеси двух газов, содержащей кислород массой $m_1=10$ г и азот массой $m_2=20$ г.
- 2.55** Найти отношение c_p/c_v для смеси газов, содержащей $m_1=10$ г гелия и $m_2=4$ г водорода.

2.56 Вычислить удельные и молярные теплоемкости при постоянных давлении и объеме водорода и углекислого газа, принимая эти газы за идеальные.

2.57 Найти удельные теплоемкости c_p и c_v при постоянных давлении и объеме для кислорода, если его молярная теплоемкость при постоянном объеме $C_v=0,8$ Дж/(моль·К).

2.58 Найти удельную теплоемкость при постоянном давлении газовой смеси, состоящей из трех киломолей азота и 0,5 киломоля кислорода.

2.59 Чему равно отношение теплоемкостей c_p/c_v для газовой смеси, состоящей из трех киломолей гелия и двух киломолей водорода?

2.60 Определить удельную теплоемкость c_v смеси газов, содержащей $V_1=5$ л водорода и $V_2=3$ л гелия. Газы находятся при одинаковых условиях.

2.61 Определить количество теплоты, сообщенное газу, если в процессе изохорного нагревания кислорода объемом $V=20$ л его давление изменилось на $\Delta p=100$ кПа.

2.62 Определить скорость вылета поршня массой $m=4$ кг из цилиндра при адиабатном расширении воздуха в 40 раз, если начальное давление воздуха $p_1=10$ МПа, а объем $V_1=0,3$ л.

2.63 Азот массой $m=280$ г расширяется в результате изобарного процесса при давлении $p_1=1$ МПа. Определить: 1) работу расширения газа; 2) конечный объем, если на расширение затрачена теплота $Q=5$ кДж, а начальная температура азота $T_1=290$ К.

2.64 Кислород, занимающий объем $V=1$ л, находится под давлением $p=1$ МПа. Определить: какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы 1) увеличить его объем вдвое в результате изобарного процесса; 2) увеличить его давление вдвое в результате изохорного процесса.

2.65 При адиабатном расширении двух молей кислорода, находящегося при нормальных условиях, его объем увеличился в $n=3$ раза. Определить: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу расширения газа.

2.66 Газ, занимавший объем $V=20$ л при нормальных условиях, изобарно был нагрет до $t=80$ °С. Определить работу расширения газа.

2.67 Азот, находившийся при температуре $T_1=400$ К, подвергли адиабатному расширению, в результате которого его объем увеличился в $n=5$ раз, а внутренняя энергия уменьшилась на $\Delta U=4$ кДж. Определить массу азота.

2.68 Водяной пар расширяется при постоянном давлении. Определить работу A расширения, если пару передано количество теплоты $Q=4$ кДж.

2.69 Расширяясь, водород совершил работу $A=6$ кДж. Определить количество теплоты Q , сообщенное газу, если процесс протекал: 1) изобарно; 2) изотермически.

2.70 Азот массой $m=2$ кг охлаждают при постоянном давлении от $T_1=400$ К до $T_2=300$ К. Определить изменение внутренней энергии, внешнюю работу и количество выделенной теплоты.

2.71 Аргон, находящийся под давлением $p_1=0,8$ атм, изменил объем с $V_1=1$ л до $V_2=2$ л. Как изменится величина внутренней энергии, если расширение газа производилось при различных процессах: изобарном, адиабатном?

2.72 Кислород массой $m=160$ г нагревают при постоянном давлении от $T_1=320$ К до $T_2=340$ К. Определить количество теплоты, сообщенное газу, изменение внутренней энергии и работу расширения газа.

2.73 При адиабатном расширении кислорода с начальной температурой $T_1=320$ К внутренняя энергия уменьшилась на $\Delta U=8,4$ кДж, а его объем увеличился в $n=10$ раз. Определить массу m кислорода.

2.74 Кислород массой $m=2$ кг занимает объем $V_1=1$ м³ и находится под давлением $p_1=0,2$ МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2=3$ м³, а затем при постоянном объеме до давления $p_3=0,5$ МПа. Найти изменение ΔU внутренней энергии газа, совершенную им работу A и количество теплоты Q , переданное газу. Построить график процесса.

2.75 Кислород при нормальных условиях имел объем $V=100$ м³. Найти изменение внутренней энергии газа при его адиабатном расширении до объема $V_2=150$ м³.

2.76 Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, имеет КПД $\eta=35\%$. Температура нагревателя 400 К. Найти количество теплоты, получаемое машиной за один цикл от нагревателя, и количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику, а также температуру холодильника, если работа, совершаемая за цикл равна $A=1,5 \cdot 10^5$ Дж.

2.77 В результате изотермического расширения объем 8 г кислорода увеличился в 2 раза. Определить изменение энтропии газа.

2.78 Идеальный двухатомный газ ($\nu=3$ моль), занимающий объем $V_1=5$ л и находящийся под давлением $p_1=1$ МПа, подвергли изохорному нагреванию до $T_2=500$ К. После этого газ подвергли изотермическому расширению до начального давления, а затем он в результате изобарного сжатия возвращен в первоначальное состояние. Постройте график процесса и определите термический КПД цикла.

2.79 Двухатомный газ, находящийся при температуре $T_1=250$ К и давлении $p_1=10^5$ Па, занимает объем $V_1=80$ л. Как изменится энтропия газа, если давление увеличить вдвое, а температуру понизить до $T_2=300$ К.

2.80 Идеальный газ совершает цикл, состоящий из последовательных процессов изобарного, адиабатного и изотермического. В результате изобарного процесса газ нагревается от $T_1=300$ К до $T_2=600$ К. Определите термический КПД цикла.

2.81 Найти изменение ΔS энтропии при изобарном расширении азота массой $m=4$ г от объема $V_1=5$ л до объема $V_2=9$ л.

2.82 Кислород массой $m=1$ кг совершает цикл Карно. При изотермическом расширении газа его объем увеличивается в два раза, а при последующем адиабатном расширении совершается работа 3 кДж. Определить работу, совершенную за цикл.

2.83 Кислород массой $m=2$ кг увеличил свой объем в $n=5$ раз один раз изотермически, другой – адиабатно. Найти изменение энтропии в каждом из указанных процессов.

2.84 Многоатомный идеальный газ совершает цикл Карно, при этом в процессе адиабатного расширения объем газа увеличивается в $n=4$ раза. Определить термический КПД цикла.

2.85 Азот массой $m=28$ г адиабатно расширили в $n=2$ раза, а затем изобарно сжали до начального объема. Определить изменение энтропии в ходе указанных процессов.

2.86 Тепловая машина работает по циклу Карно. При изотермическом расширении двухатомного газа его объем увеличивается в 3 раза, а при последующем адиабатном расширении в 5 раз. Определить КПД цикла. Какую работу совершает 1 кмоль газа за 1 цикл, если температура нагревателя $T_2=300$ К?

2.87 В результате изохорного нагревания водорода массой $m=1$ г давление газа увеличилось в два раза. Определить изменение ΔS энтропии газа.

2.88 Двухатомный идеальный газ совершает цикл Карно. В процессе адиабатного расширения объем газа увеличивается в $n=5$ раз. Определить термический КПД цикла.

2.89 При нагревании $\nu=2$ молей идеального двухатомного газ его термодинамическая температура увеличилась в $n=2$ раза. Определить изменение энтропии, если нагревание происходит: 1) изохорно; 2) изобарно.

2.90 Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура T_1 нагревателя в 3 раза выше, чем температура T_2 холодильника. Нагреватель передал газу количество теплоты $Q=42$ кДж. Какую работу совершил газ за 1 цикл?

5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 1: механика : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – Москва : Издательство «Юрайт», 2019. – 353 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-1753-6. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/425487>.
2. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – 2-е изд. – Москва : Издательство «Юрайт», 2019. – 441 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-1754-3. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/425490>.
3. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – 2-е изд. – Москва : Издательство «Юрайт», 2019. – 369 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-1755-0. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/425491>.
4. Физика. Практикум по решению задач : учебное пособие / Л. Л. Гладков, А. О. Зеневич, Ж. П. Лагутина, Т. В. Мацуганова. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-1535-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/41013>.

Дополнительная литература

1. Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач. Часть III. Геометрическая и волновая оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Основы физики элементарных частиц : учебное пособие / С. И. Кузнецов. – Томск : Томский политехнический университет, 2015. – 302 с. – ISBN 978-5-4387-0428-7. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/34672>.
2. Курс физики : учебное пособие / А. Н. Ларионов, Ю. И. Кураков, В. С. Воищев [и др.]. – Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. – 203 с. –

ISBN 978-5-7267-0929-1. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. –

URL:<http://www.iprbookshop.ru/72682.html>.

3. Никеров, В. А. Физика. Современный курс : учебник / В. А. Никеров. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К, 2019. – 452 с. – ISBN 978-5-394-03392-6. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/85181.html>.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно сказать, что выполнение контрольных заданий по курсу «Основы механики и молекулярная физика» является важным этапом в изучении данного предмета. Задания помогают закрепить теоретические знания и практические навыки, а также проверить уровень подготовки студента. Методические указания к выполнению контрольных заданий содержат информацию о структуре заданий, требованиях к оформлению работ и методах решения задач. Также в указаниях даются рекомендации по подготовке к контрольным работам и советы по улучшению результатов. Выполнение контрольных заданий способствует развитию логического мышления, умения анализировать и применять полученные знания на практике.

Таким образом, методические указания к выполнению контрольных заданий являются важным инструментом для успешного освоения курса «Основы механики и молекулярной физики».

7. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Филиал ФГБОУВО «УдГУ» в г.Воткинске

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № _____

по _____

наименование дисциплины

студента _____ отделения

Специальность _____

Группа _____

№ зачетной книжки _____

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Преподаватель _____

Приложение Б

Пример:

Пароход идёт по реке от пункта А до пункта В со скоростью $v_1=10$ км/ч, а обратно – со скоростью $v_2=16$ км/ч. Найти среднюю скорость $\langle v \rangle$ парохода и скорость u течения реки.

Дано:	Решение:
$v_1=10$ км/ч $v_2=16$ км/ч $AB=S$ $\Delta S=2S$	1) $\langle v \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ средняя скорость $t_1 = \frac{S}{v_1}$ – время движения из пункта А в пункт В. $t_2 = \frac{S}{v_2}$ – время движения из пункта В в пункт А.
$\langle v \rangle - ?$ $u - ?$	$\Delta t = t_1 + t_2$ все время движения (подставляем формулы t_1 и t_2). $\Delta t = \frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2} = S \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right) = \frac{S(v_1 + v_2)}{v_1 \cdot v_2};$ Подставим полученное уравнение в первое и сделаем преобразование из данных задачи, получим: $\Delta t = \frac{2S(v_1 \cdot v_2)}{S(v_2 + v_1)} = \frac{2(v_1 \cdot v_2)}{(v_2 + v_1)} = \frac{2(10 \cdot 16)}{(16 + 10)} = 12,3 \text{ км/ч.}$ 2) v_{π} – скорость движения парохода в стоячей воде, $v_1 = v_{\pi} - u$ – скорость движения парохода из пункта А в пункт В. $v_2 = v_{\pi} + u$ – скорость движения парохода из пункта В в пункт А. $v_2 - v_1 = 2u$ $u = \frac{v_2 - v_1}{2} = \frac{16 - 10}{2} = 3 \text{ км/ч}$
Ответ: $\Delta t = 12,3$ км/ч; $u = 3$ км/ч.	

Приложение В
Справочные материалы

Таблица 3

Основные физические постоянные изучаемого раздела

Величина	Обозначение	Значения
Гравитационная постоянная	G, γ	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Ускорение свободного падения	g	$9,81 \text{ м/с}^2$
Скорость света в вакууме	c	$3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Молярная газовая постоянная	R	$8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Число Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Стандартный объем 1 моля газа	V_m	$22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{моль}$
Атомная единица массы	1 а.е.м.	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Таблица 4

Астрономические величины

Радиус Солнца	$6,94 \cdot 10^8 \text{ м}$
Масса Солнца	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Радиус Земли	$6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Радиус Луны	$1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$
Масса Луны	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг}$
Среднее расстояние от Земли до Солнца	$1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Среднее расстояние от Земли до Луны	$3,844 \cdot 10^8 \text{ м}$
Время полного оборота Земли вокруг своей оси	23 час 56 мин 4,09 сек
Период обращения Луны вокруг Земли	27 сут 7 час 43 мин

Таблица 5

Свойства жидкостей при 20 °С

Вещество	Плотность $\rho,$ кг/м^3	Вязкость $\eta,$ $\text{мПа} \cdot \text{с}$	Поверхностное натяжение $\alpha,$ мН/м	Температура кипения $t,$ $^{\circ}\text{С}$
Вода	1000	1,00	72,8	100
Глицерин	1260	1480	59,4	290
Масло касторовое	955	986	32,8	
Керосин	840	1,5	24,0	150 – 250
Ртуть	13595	1,55	475,0	356,6

Таблица 6

Свойства газов при 20 °С

Вещество	Плотность ρ , кг/м ³	Диаметр молекулы d , нм	Вязкость η , мкПа·с	Показатель адиабаты $\gamma=c_p/c_v$
Азот N ₂	1,250	0,371	16,6	1,401
Водород H ₂	0,089	0,28	8,4	1,407
Воздух	1,293	0,357	17,1	1,400
Гелий He	0,178	0,1987	18,6	1,63
Кислород O ₂	1,429	0,35	19,2	1,400
Метан CH ₄	0,717			
Углекислый газ CO ₂	1,977	0,45	13,8	1,33

Таблица 7

Тепловые свойства твердых тел

//

Вещество	$t_{пл}$, °С	c , кДж/(кг·К)	λ , 10 ⁵ Дж/кг	η , Вт/(м·К)	α , 10 ⁻⁵ К ⁻¹
Алюминий	660	0,86	4,0	237	2,3 – 2,4
Дюралюминий	600	0,60		130	1,8 – 2,6
Сталь	1440	0,45	2,7	50	1,0 – 1,8
Золото	1063		0,64	317	7,8 – 8,3
Медь	1083	0,38	2,1	400	1,6 – 1,7
Медные сплавы (латуни)	900	0,35		110	1,8 – 2,0
Свинец	327	0,13	0,23	35	2,8 – 2,9
Олово	232	0,23	0,605	70	2,0 – 2,2
Лед	0	2,1	3,4	2,2	5,27
Стекло (оконное)	600	0,67	1,4	0,92	0,6 – 1,0

$t_{пл}$ – температура плавления; c – удельная теплоёмкость;
 λ – удельная теплота плавления; η – коэффициент теплопроводности;
 α – температурный коэффициент линейного расширения (средние значения).

Приложение Г

Основные формулы курса

«Основы механики и молекулярная физика»

В помощь студенту-заочнику для выполнения контрольных работ, ниже представлены основные формулы физических законов изучаемых разделов физики. Физические величины и формулы приведены строго в соответствии последовательностью изложения физических законов, принятых в современных учебниках. Отличительной чертой приведенных данных является то, что в них приведены не только исходные формулы, вытекающие из определений физических величин и законов, но и множество выражений, которые могут быть получены из основных с помощью математических преобразований. Физические выражения и комментарии к ним значительно упрощают решения контрольных заданий по физике.

Таблица 8

Основные физические формулы

№	Название физической величины	Формула определения	Единица измерения
<i>Кинематика. Прямолинейное равномерное движение.</i>			
1	Перемещение (расстояние) S	$S = v \cdot t$	м(метр)
2	Время движения t	$t = S/v$	с(секунда)
3	Скорость v	$v = S/t$	м/с
4	Общее перемещение. S_x -горизонтальная, S_y -вертикальная составляющие перемещения.	$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$	м
5	Общая скорость. v_x -скорость по оси x ; v_y - скорость по оси y .	$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	м/с
<i>Скорость при относительном движении двух тел</i>			
6	Движение противоположно; v_1, v_2 - скорости тел	$v_{отн} = v_1 + v_2$	м/с
7	Движение в одном направлении:	$v_{отн} = v_1 - v_2 $	м/с
8	Взаимно перпендикулярное движение по осям x и y	$v_{отн} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$	м/с
9	Движение под углом. α – угол между направлениями v_1 и v_2	$v_n = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cos \alpha}$	
<i>Прямолинейное неравномерное движение</i>			
10	Средняя скорость $v_{ср}$. $S_{общ}$ -общий пройденный путь, $t_{общ}$ -общее время	$v_{ср} = S_{общ}/t_{общ}$	м/с

	движения.		
11	Перемещение при неравномерном движении. t -общее время движения	$S = v_{cp} \cdot t$	$м$
12	Мгновенная скорость при неравномерном движении.	$v = dS/dt$	$м/с$
Прямолинейное равноускоренное и равнозамедленное движение			
13	Ускорение тела a . v_0 - начальная скорость. v -скорость по истечении времени t ; S – пройденный путь	$a = (v - v_0)/t$ $a = (v^2 - v_0^2)/2S$	$м/с^2$
14	Мгновенное ускорение	$a = dv/dt$	$м/с^2$
15	Пройденный путь при равноускоренном движении, когда $v_0 = 0$	$S = \frac{at^2}{2}$; $S = \frac{v^2}{2a}$	$м$
16	Скорость при равноускоренном движении, когда $v_0 \neq 0$	$v = v_0 + at$ $v = \sqrt{v_0^2 + 2aS}$	$м/с$
17	Скорость при равноускоренном движении, когда $v_0 = 0$	$v = at$; $v = \sqrt{2aS}$ $v = 2S/t$	$м/с$
18	Ускорение. v_0 - начальная скорость v -скорость по истечении времени t , S – пройденный путь	$a = (v_0 - v)/t$ $a = (v_0^2 - v^2)/2S$	$м/с^2$
19	Перемещение при равнозамедленном движении, когда $v_0 \neq 0$	$S = v_0t - at^2/2$ $S = (v_0 + v) \cdot t/2$	$м$
20	Тормозной путь. $t_{мор}$ -время торможения. v_0 - начальная скорость; a -ускорение	$S_{мор} = v_0^2/2a$ $S_{мор} = v_0 \cdot t_{мор}/2$	$м$
21	Время торможения $t_{мор}$	$t_{мор} = v_0/a$ $t_{мор} = 2S_{мор}/v_0$	$с$
22	Скорость при равнозамедленном движении. v_0 -начальная скорость, S -пройденный путь, t -время движения, a -ускорения	$v = v_0 - at$ $v = \sqrt{v_0^2 - 2aS}$ $v = (2S/t) - v_0$	$м/с$
Свободное падение			
23	Ускорение свободного падения g	$g = 9,81$	$м/с^2$
24	Высота падения h . v_0 – начальная скорость, v –скорость по истечении времени t (время падения)	$h = v_0t + gt^2/2$ $h = v \cdot t/2$ ($v_0 = 0$)	$м$

25	Скорость тела при свободном падении по истечении времени t и средняя скорость, когда $v_0 \neq 0$	$v = v_0 + gt$; $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ $v = (2h/t) - v_0$; $v_{cp} = (v_0 + v)/2$	
26	Время падения при $v_0 = 0$	$t = \sqrt{2h/g} = 2h/v$	м/с
27	Время падения при $v_0 \neq 0$	$t = (v - v_0)/g$	с
Движение тела, брошенного вертикально вверх			
28	Высота подъёма h ; v_0 – начальная скорость; v – конечная скорость; t – время подъёма.	$h = v_0 t - gt^2/2$ $h = (v_0^2 - v^2)/2g$	м
29	Максимальная высота подъёма	$h_{max} = v_0^2/2g$	м
30	Скорость v при любом времени подъёма t . h – высота подъёма, v_0 – начальная скорость бросания.	$v = v_0 - gt$ $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$	м/с
31	Время подъёма t . h – высота подъёма, v_0 – скорость бросания.	$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{v_0}{g} = \frac{2h}{v_0}$	с
32	Общее время подъёма и падения $t_{об}$	$t_{об} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{2v_0}{g} = \frac{4h}{v_0}$	с
Кинематика равномерного движения тела по окружности			
33	Угол поворота φ ; R – радиус окружности; ΔS – длина дуги поворота; a_{yc} – центростремительное ускорение	$\varphi = \Delta S/R = \omega \cdot t$ $\varphi = 2\pi \cdot t/T = v \cdot t/R$ $\varphi = 2\pi N = (\sqrt{a_{yc}/R}) \cdot t$	рад (радиан)
34	Период вращения ($T = const$); N – число оборотов, v – линейная скорость; ω – угловая скорость	$T = t/N = 1/\nu = 2\pi/\omega$ $T = 2\pi R/v = 2\pi \sqrt{R/a_{yc}}$	с
35	Линейная частота ν	$\nu = N/t = 1/T = v/2\pi$	Гц = 1/с
36	Угловая скорость ($\omega = const$), φ – угол поворота; R – радиус окружности;	$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{R} = \sqrt{\frac{a_{yc}}{R}}$	рад/с
37	Линейная скорость ($v = const$) a_{yc} – центростремительное ускорение	$v = \frac{2\pi R}{T} = \omega R = \sqrt{a_{yc} R}$	м/с
38	Взаимосвязь между угловой ω и линейной частотами ν .	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$	Гц
39	Центростремительное ускорение a_{yc}	$a_{yc} = v^2/R = \omega^2 R = v\omega$	
Кинематика неравномерного движения тела по окружности			
40	Угловое ускорение ε ; ω_0 – начальная угловая скорость	$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{t}$	рад/с ²

41	Угол поворота φ при равноускоренном вращательном движении	$\varphi = \omega t + \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2} = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon}$	рад
42	Угол поворота φ при равнозамедленном вращательном движении	$\varphi = \omega t - \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2} = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{2\varepsilon}$	рад
43	Угловая скорость. (+)-при равноускоренном; (-)-при равнозамедленном вращательном движении	$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon \cdot t$	рад
44	Тангенциальное ускорение a_τ	$a_\tau = \Delta v / \Delta t = \varepsilon R$	м/с ²
45	Полное ускорение a_Π ; a_τ – тангенциальное, $a_{ц}$ – центростремительное ускорение.	$a_\Pi = \sqrt{a_\tau^2 + a_{ц}^2} = (\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}) \cdot R$	
Законы динамики. Сила тяжести.			
46	Масса m ; ρ -плотность; V - объём	$m = \rho \cdot V$	кг
47	Плотность - ρ ; V - объём.	$\rho = m/V$	кг/м ³
48	Механическая сила. 2-ой закон Ньютона. a -ускорение, m -масса тела	$F = ma$	Ньютон(Н) Н=(кг·м)/с ²
49	Ускорение приобретенное под действием силы F ; m - масса тела	$a = F/m$	м/с ²
50	3-й закон Ньютона	$F_{12} = -F_{21}$	Н
51	Закон Всемирного тяготения. m_1 и m_2 - массы тел; r - расстояние между центрами тел.	$F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$	Н
52	Сила тяжести. M –масса земли, m -масса тела, R – радиус Земли.	$P = \gamma \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} = mg$	Н
53	Ускорение свободного падения на поверхности Земли. ρ -плотность Земли. M -масса, R -радиус Земли	$g = \frac{\gamma M}{R^2}$; $g = \frac{4}{3} \pi \gamma \rho R$	м/с ²
54	Первая космическая скорость $v_{к1}$ R - радиус Земли	$v_{к1} = \sqrt{g \cdot R} = 7900$	м/с
55	Вторая космическая скорость $v_{к2}$ R - радиус Земли	$v_{к2} = \sqrt{2g \cdot R}$ $v_{к2} = \sqrt{2} \cdot v_{к1} = 11200$	м/с
56	Третья космическая скорость $v_{к3}$	$v_{к3} = 16700$	м/с
57	Перегрузка $n=P/P_0$ P_0 - вес тела в состоянии покоя	$n = \frac{m(g+a)}{mg} = 1 + \frac{a}{g}$	безразмерная величина
Силы трения			
58	Сила трения. N -сила реакции опоры	$F_{mp} = \mu \cdot N$	Н

59	Коэффициент трения μ	$\mu = F_{\text{тр}} / N$	безразмерная величина
60	Сила трения, когда тело движется с ускорением под действием силы F	$F_{\text{тр}} = F - ma$	Н
61	Ускорение тела, когда оно движется под действием сил F и $F_{\text{тр}}$	$a = \frac{F - F_{\text{тр}}}{m}$	м/с ²
62	Условие, когда тело сходит с наклонной плоскости с ускорением a .	$\mu < \text{tg}\alpha; a > 0$	безразмерная величина
Центростремительная сила			
63	Центростремительная сила; v -линейная скорость, ω -угловая скорость	$F_{\text{цс}} = m\vartheta^2 / R; F_{\text{цс}} = m \cdot \omega^2 \cdot R;$	Н
64	Центростремительная сила действующая на автомобиль при повороте; R -радиус кривизны траектории; μ -коэффициент трения шины	$F_{\text{цс}} = \mu \cdot mg = \frac{m v^2}{R}$	Н
65	Связь между скоростью автомобиля, радиусом R закругления и коэффициентом μ трения шины	$v = \sqrt{\mu R g}$	м/с
Движение тел на неподвижных и подвижных блоках			
66	Ускорение грузов на неподвижном блоке. m_1, m_2 – массы грузов.	$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$	м/с ²
67	Скорость грузов на неподвижном блоке; t -время движения	$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot g t$	м/с
68	Частота вращения блока. R -радиус блока.	$\nu = v / 2\pi R$	Гц
Сила упругости. Механическое напряжение.			
69	Закон Гука. Δl -величина деформации. k - коэффициент эластичности.	$F = -k\Delta l$	Н
70	Коэффициент эластичности. mg -вес стержня. E -модуль Юнга. S -площадь сечения, l -длина стержня	$k = \left \frac{F}{\Delta l} \right = E \cdot \frac{S}{l} = \frac{mg}{\Delta l}$	Н/м
71	Абсолютное удлинение \rightarrow Относительное удлинение \rightarrow l_0 -начальная, l -конечная длина.	$\Delta l = l - l_0$ $\varepsilon = (l - l_0) / l_0$	м %
72	Механическое напряжение. F -механическая сила. E - модуль Юнга ε -относительное удлинение	$\sigma = F / S = E \cdot \varepsilon$	Н/м ²
73	Модуль Юнга. S -площадь сечения стержня, l -длина стержня.	$E = \frac{k \cdot l}{S}$	Н/м ² =Па

Импульс. Закон сохранения импульса			
74	Импульс. m -масса, v -скорость тела	$P = m \cdot v$	кг·м/с
75	Импульс силы. v_0 - начальная, v -конечная скорость тела. m -масса тела	$F\Delta t = m v - m v_0$	Н·с
76	Закон сохранения импульса	$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ $\sum_i m_i v_i = const$	
Механическая работа и мощность. Механическая энергия.			
77	Механическая работа. F -сила, S -перемещение. α -угол между F и S	$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$	Джоуль=Н·с
78	Кинетическая энергия. P -импульс тела, v -скорость тела, m -масса тела	$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{P^2}{2m} = \frac{Pv}{2}$	Дж
79	Связь между работой и кинетической энергией.	$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = E_2 - E_1$	Дж
80	Потенциальная энергия; h -высота от выбранного нулевого уровня.	$E_{II} = m \cdot g \cdot h$	Дж
81	Потенциальная энергия сжатой (растянутой) пружины. x -величина абсолютного сжатия (растятия).	$E_{II} = \frac{k \cdot x^2}{2}$	Дж
82	Полная энергия тела	$E_T = E_k + E_{II}$	Дж
83	Работа силы тяжести	$A = mg(h_1 - h_2)$	Дж
84	Работа силы упругости. x -величина абсолютной деформации.	$A = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{F_{уп} \cdot x}{2} = \frac{F_{уп}^2}{2k}$	Дж
85	Работа силы трения. S -длина пути. μ - коэффициент трения	$A = \mu \cdot mg \cdot S$	Дж
86	Механическая мощность. A -работа, t -время выполнения работы, F -сила тяги двигателя, v -скорость тела	$N = A/t = FS/t$ $N = F \cdot v$	Вт = Дж/с
87	Коэффициент полезного действия (КПД) в механике; $A_{пол}$ - полезная работа; $A_{об}$ - общая работа	$\eta = \frac{A_{пол}}{A_{об}} \cdot 100\%$	в процентах
88	КПД машины, поднимающей груз массой m на высоту h	$\eta = \frac{m \cdot g \cdot h}{N \cdot t} \cdot 100\%$	в процентах
Динамика вращательного движения			
89	Момент инерции. m -масса тела. R -расстояние до оси вращения	$I = m \cdot R^2$	кг·м ²

90	Теорема Штейнера. I_C -момент инерции, d -расстояние между двумя параллельными осями.	$I = I_C + m \cdot d^2$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2$
91	Вращающий момент. I -момент инерции, ε – угловое ускорение	$M = I \cdot \varepsilon$	$\text{Н} \cdot \text{м}$
92	Закон сохранения момента при вращательном движении.	$M\Delta t = I(\omega - \omega_0)$	$\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}$
93	Момент импульса. ω -угловая скорость. I -момент инерции.	$L = I \cdot \omega$	$(\text{кг} \cdot \text{м}^2)/\text{с}$
94	Закон сохранения момента импульса; I -момент инерции	$L = I\omega = \text{const}$	$(\text{кг} \cdot \text{м}^2)/\text{с}$
95	Кинетическая энергия при вращательном движении.	$W_K = I\omega^2/2$	Дж
96	Кинетическая энергия тела одновременно участвующего во вращательном и поступательном движениях.	$W_K = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$ $W_K = m \cdot v^2$	Дж
97	Работа вращающего момента. φ -угол поворота. M -вращающий момент	$A = M \cdot \varphi$	Дж
98	Мощность вращательного движения, ω – угловая скорость	$N = A/t = M\omega$	Вт
Элементы статики			
1	Момент силы. F -механическая сила; l – плечо силы	$M = F \cdot l$	$\text{Н} \cdot \text{м}$
2	Условие равновесия тела имеющего ось вращения.	$\bar{M}_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n M_i = 0$	$\text{Н} \cdot \text{м}$
3	Условие равновесия рычага. l_1, l_2 -плечи рычага; m_1, m_2 - массы грузов на плечах рычага.	$m_1 l_1 = m_2 l_2$ <i>покровительствовал</i>	$\text{кг} \cdot \text{м}$
Механика жидкостей и газов			
4	Механическое давление. F -сила, действующая перпендикулярно на площадь S	$p = F/S$	Паскаль(Па)
5	Сила Архимеда. V_m – объём части тела находящейся в жидкости. $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости	$F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_m$	Н
6	Давление столба жидкости высотой h ; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости	$p = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot h$	Па

7	Атмосферное давление над уровнем моря на высоте h ; p_0 -нормальное атмосферное давление.	$p = (p_0 - \frac{h}{12} \cdot 133,3)$	Па
8	Давление на дно сосуда. p_0 -нормальное атмосферное давление.	$p = p_0 + \rho gh$	Па
Сообщающиеся сосуды. Гидравлический пресс.			
9	Отношение между давлениями p , плотностями ρ и высотами h столбов жидкости в сообщающихся сосудах.	$p_1 = p_2$ $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$ $h_1/h_2 = \rho_2/\rho_1$	кг/м ²
10	Принцип работы гидравлического пресса $p_1=p_2$; S_1, S_2 -площадь поршней; F_1, F_2 -силы, действующие на поршни.	$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$, $\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$	Па
11	Отношение между высотами h_1 и h_2 столбов жидкостей, площадями S_1 и S_2 поршней и силами F_1 и F_2 действующими на поршни в гидравлическом прессе	$\frac{h_1}{h_2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{F_2}{F_1}$;	Безразмерная величина
Механические колебания. Математический маятник			
12	Период колебания. N -число колебаний за время t . ν -линейная частота; ω - циклическая частота.	$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}$	с
13	Линейная частота. Число полных колебаний за одну секунду.	$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$	$\frac{1}{с} = \text{Гц}(\text{Герц})$
14	Циклическая частота. Число полных колебаний за 2π времени	$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi N}{t}$	Гц
15	Собственная циклическая частота математического маятника. l -длина математического маятника	$\omega = \sqrt{g/l}$	Гц
16	Период колебания математического маятника. l – длина маятника	$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	с
17	Линейная частота математического маятника.	$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$	Гц
Пружинный маятник. Физический маятник			
18	Период колебания. m -масса груза, k -коэффициент упругости.	$T = 2\pi\sqrt{m/k}$	с
19	Циклическая частота маятника	$\omega = \sqrt{k/m}$	Гц

20	Линейная частота маятника. m -масса груза на маятнике	$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$	Гц
21	Период колебания физического маятника. I -момент инерции маятника, l – расстояние от оси вращения до центра масс маятника.	$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$	с
22	Приведенная длина физического маятника. I -момент инерции, m -масса маятника.	$L = \frac{I}{ml}$	м
23	Циклическая частота физического маятника. g -ускорение свободного падения, L - приведенная длина.	$\omega = \sqrt{\frac{mgl}{I}} = \sqrt{\frac{g}{L}}$	Гц
24	Линейная частота физического маятника	$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mgl}{I}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$	Гц
Основы молекулярно-кинетической теории			
1	Атомная единица массы ($1a.e.m.$); $m(C)$ -масса атома углерода.	$1a.e.m. = m(C)/12$ $1a.e.m. = 1,66 \cdot 10^{-27}$	кг
2	Относительная атомная (молекулярная) масса. m_0 -масса атома	$A_R(M_R) = \frac{12m_0}{m(C)}$	Безразмерная величина
3	Число Авогадро. Число атомов в одном моле вещества.	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$	моль ⁻¹
4	Количество вещества ν . N -число атомов в веществе. m -масса вещества, M -молярная масса вещества	$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$	моль
5	Молярная масса M . m_0 -масса одной молекулы (атома).	$M = m_0 \cdot N_A = \frac{m}{N} \cdot N_A$	Кг/моль
6	Связь молярной массы M с относительной молекулярной массой M_R	$M = M_R \cdot 10^{-3}$	Кг/моль
Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ)			
7	Постоянная Больцмана k	$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$	Дж/К
8	Универсальная газовая постоянная R	$R = k \cdot N_A = 8,31$	Дж/моль·К
9	Абсолютная температура T . $t^{\circ}C$ – температура по шкале Цельсия	$T = t^{\circ}C + 273$	К
10	Основное уравнение МКТ n -концентрация молекул. m_0 -масса одной молекулы, v_{cp} -средняя квадратичная скорость молекул, ρ -плотность газа; E_K -кинетическая энергия одной молекулы.	$p = \frac{1}{3} n m_0 v_{кв}^2; \quad p = nkT \quad \text{Па}$ $p = \frac{1}{3} \rho v_{кв}^2; \quad p = \frac{2}{3} n E_K \quad \text{Па}$ Все уравнения являются равносильными	

11	Кинетическая энергия молекул газа E_K . m_0 -масса одной молекулы; p -давление; n – концентрация.	$E_K = \frac{mv_0^2}{2}; E_K = \frac{3}{2}kT$ $E_K = 3p/2n$	Дж Дж
12	Определение абсолютной температуры. ν -количество вещества. M -молярная масса; k -постоянная Больцмана; $v_{кв}$ -квадратичная скорость молекул. R - газовая постоянная	$T = \frac{p}{nk} = \frac{pV}{\nu R} = \frac{Mv_{кв}^2}{3R}$	К
13	Средняя квадратичная скорость молекул $v_{кв}$; m_0 -масса одной молекулы; M -молярная масса; m -масса вещества; n – концентрация	$v_{кв} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ $v_{кв} = \sqrt{\frac{3p}{nm_0}} = \sqrt{\frac{3pV}{m}}$	м/с
Уравнения состояния идеального газа. Законы идеального газа.			
14	Уравнение Клайперона. p -давление, V -объём; T -температура газа	$pV/T = const$	Па·м ³ /К
15	Уравнение Менделеева–Клайперона; m -масса газа. ν -количество вещества; R - газовая постоянная	$pV = \frac{m}{M}RT$ $pV = \nu RT$	Па·м ³ =Дж
16	Параметры газа находящихся в нормальных условиях	давление $p_0=10^5$ объём $V_0=22,4 \cdot 10^{-3}$ температура $T_0=273$	Па м ³ К; ($t=0^0C$)
17	Определение значения универсальной газовой постоянной	$R = \frac{p_0V_0}{T_0} = 8,31$	$\frac{Дж}{моль \cdot К}$
18	Закон Бойля–Мариотта (изотермический процесс) $T=const$	$pV = const$ $p_1V_1 = p_2V_2 = \dots = p_nV_n$	Па·м ³
19	Закон Гей–Люссака (изобарический процесс) $p=const$	$V/T = const$ $V_1/T_1 = V_2/T_2 = \dots = V_n/T_n$	м ³ /К
20	Закон Шарля (изохорический процесс) $V=const$	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}, \frac{p}{T} = const$	Па/К
21	Закон Дальтона. p_1, p_2, \dots, p_n -парциальное давление различных газов.	$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n$	Па
Основы термодинамики. Работа в термодинамике.			
22	Внутренняя энергия идеального газа. E_k -кинетическая энергия одной молекулы, N -число молекул газа.	$U = E_k \cdot N$	Дж

23	Средняя кинетическая энергия молекулы. i -число степеней свободы.	$E_{cp} = \frac{i}{2} \cdot kT$	Дж
24	Число степеней свободы молекул: для одноатомного газа → для двухатомного газа → для трехатомного газа →	$i=3$ $i=5$ $i=6$	безразмерная величина
25	Внутренняя энергия идеального газа. m -масса газа, M -молярная масса газа. i -степень свободы молекул.	$U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot RT = \frac{i}{2} \cdot pV$	Дж
26	Работа в термодинамике. ΔV -изменение объёма при расширении (сжатии); ΔT -изменение температуры	$A = P \cdot \Delta V$ $A = \frac{m}{M} R \Delta T$	Дж
Количество теплоты			
27	Количество теплоты. m -масса вещества. c – удельная теплоёмкость, ΔT - изменение температуры.	$Q = mc \cdot \Delta T$ $\Delta T = T_1 - T_2$	Дж; калория (кал)
28	Удельная теплоемкость вещества. ΔT -изменение температуры.	$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$	Дж/(кг·К)
29	Теплоемкость вещества. ΔT –изменение температуры; c –удельная теплоёмкость вещества; m -масса вещества; Q -подводимая теплота.	$C = c \cdot m$; $C = Q/\Delta T$	Дж/К
30	Уравнение теплового баланса	$\sum Q_{получен} = \sum Q_{отдан}$	Дж
I-закон термодинамики. Применение I-го закона к изопроцессам			
31	I-закон термодинамики. Q -количество теплоты, переданной системе; A –работа системы над внешними силами; ΔU -изменение внутренней энергии системы.	$Q = A + \Delta U$	Дж
32	Применение I-го закона термодинамики к изопроцессам: <i>Изотермический:</i> $T=const \rightarrow$ <i>Изобарический:</i> $P=const \rightarrow$ <i>Изохорический:</i> $V=const \rightarrow$ <i>Адиабатический:</i> $(Q=0) \rightarrow$	$Q=A$; $\Delta U=0$; $Q = \Delta U + A$ $Q = \Delta U$; $A = 0$ $\begin{cases} Q = \Delta U + A = 0 \\ A = -\Delta U \end{cases}$	Дж

33	<p>Формулы 1-го закона термодинамики для изобарического процесса:</p> <p>Для одноатомного газа →</p> <p>Для двухатомного газа →</p> <p>Для трехатомного газа →</p>	$Q = (5/2)A = 5mR\Delta T/2M$ $Q = (7/2)A = 7mR\Delta T/2M \text{ Дж}$ $Q = 4A = 4mR\Delta T/M$	
34	Другой вид 1-закона термодинамики для изохорического процесса.	$Q = \Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R\Delta T$	Дж
35	Удельная теплоемкость одноатомного газа для изохорического процесса ($V=const$); M -молярная масса	$c_V = 3R/2M$	Дж/(кг·К)
36	Удельная теплоемкость одноатомного газа для изобарического процесса ($p=const$); M -молярная масса	$c_p = 5R/2M$	Дж/(кг·К)
37	Удельная теплоемкость двухатомного газа для изохорического процесса ($V=const$) M -молярная масса	$c_V = 5R/2M$	Дж/(кг·К)
38	Удельная теплоемкость двухатомного газа для изобарического процесса ($p=const$); M -молярная масса	$c_p = 7R/2M$	Дж/(кг·К)
Тепловые машины			
39	Работа тепловой машины. Q_1 -количество теплоты, полученное от нагревателя; Q_2 -количество теплоты, отданное холодильнику	$A = Q_1 - Q_2$	Дж
40	Коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины. Q_1 -количество теплоты, полученное от нагревателя; Q_2 -количество теплоты, отданное холодильнику.	$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$	в процентах
41	Термический К.П.Д. тепловой машины. T_1 и T_2 – температуры нагревателя и холодильника	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$	в процентах
Барометрическая формула. Реальные газы			
42	Распределение атмосферного давления по высоте (барометрическая формула). p_0 -давление на поверхности Земли, h -высота, на которой определяется давление, M -молярная масса воздуха, T -температура воздуха.	$p = p_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right)$	Па

43	Распределение концентрации молекул воздуха по высоте. n_0 -концентрация на поверхности Земли.	$n_h = n_0 \exp\left(-\frac{mgh}{kT}\right)$	$\frac{\text{штук}}{\text{м}^3}$
44	Уравнение Ван-дер-Ваальса: a -постоянная Ван-дер-Ваальса, v -объем молекул газа, V_m -молярный объем газа.	$RT = \left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) \text{ Дж}$	

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА «ОСНОВЫ МЕХАНИКИ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»	5
3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	6
4. ЗАДАЧИ ДЛЯ ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	8
5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	29
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
7. ПРИЛОЖЕНИЯ	32
Приложение А	32
Приложение Б	33
Приложение В	34
Приложение Г	36

Учебное издание

Составитель: Гайсина Л.Г.

**Методические рекомендации к выполнению контрольных заданий
по курсу «Основы механики и молекулярная физика» для студентов
21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль подготовки
«Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»**

*Авторская редакция
Компьютерная верстка: Т.В. Опарина*

Издательский центр «Удмуртский университет»
426034, г. Ижевск, ул. Ломоносова, 4Б, каб. 021
Тел.+ 7 (3412) 916-364, E-mail: editorial@udsu.ru