**ФИЗИКА**

Задания к контрольным работам №1 и №2

## для студентов заочной формы обучения, проходящих

## подготовку по техническим направлениям бакалавриата

## БРЯНСК 2011

Федеральное государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Брянская государственная инженерно-технологическая академия»

Кафедра «Физика»

Утверждены научно-методическим

советом БГИТА

протокол №\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2011 года

**ФИЗИКА**

Задания к контрольным работам №1 и №2

## для студентов заочной формы обучения, проходящих

подготовку по техническим направлениям бакалавриата

## БРЯНСК 2011

УДК 53

Физика. Задания к контрольным работам №1 и №2 для студентов заочной формы обучения, проходящих подготовку по техническим направлениям бакалавриата / Брянская гос. инж.-технол. акад. Сост. Э.В. Бабкова, Е.А Вощукова, Т.И.Ушакова. – Брянск: БГИТА, 2011. – 36 с.

Научный редактор – Вощукова Е.А., Преженцев М.Д.

В сборнике приведены задания к контрольным работам №1 «Физические основы механики» и №2 «Молекулярная физика и термодинамика. Электростатика и постоянный электрический ток». Все задания разбиты на разделы, соответствующие программе по дисциплине «Физика» для студентов, проходящих подготовку по техническим направлениям бакалавриата. Даны общие указания по выполнению, оформлению и порядку защиты контрольных работ.

Для студентов заочной формы обучения.

**Рецензент**

Алексеева Г.Д., доцент, канд. физ.-мат. наук

Рекомендованы редакционно-издательской и методической комиссиями

строительного факультета БГИТА

Протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 года

**УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

1. Выполнять контрольную работу нужно только после изучения соответствующего раздела физики.
2. Номер варианта определяется по двум последним цифрам шифра (номера зачётной книжки). Номера задач определяются по таблице вариантов (приведена далее, перед условиями задач). Они указаны в строке, соответствующей последней цифре шифра, в одной из двух колонок в зависимости от того, чётная или нечётная предпоследняя цифра в шифре студента.
3. Каждая контрольная работа выполняется в отдельной ученической тетради в клетку (без обложки), через страницу (чётная страница оставляется свободной для выполнения работы над ошибками). Вся контрольная работа выполняется только рукописно.
4. Первая страница – титульный лист, образец приводится далее.

Текст контрольной работы должен быть написан грамотно, разборчиво и аккуратно. Небрежно оформленные работы будут возвращены без проверки. Цвет записей один из трех – синий, фиолетовый или черный. Запись выполнения заданий - только на нечетных страницах.

1. Задания располагаются по порядку (по таблице заданий).
2. Условия задач записать полностью без сокращений. Далее – запись краткого условия задачи, перевод значений величин в систему единиц СИ (при необходимости), рисунок (при необходимости, с использованием чертёжных принадлежностей), решение и ответ.
3. Решение задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями. Решать задачу необходимо в общем виде, то есть выразить искомую величину в буквенных обозначениях в виде рабочей формулы. После получения рабочей формулы для проверки ее правильности методом размерностей следует поставить в правую часть формулы вместо символов физической величины обозначения единиц этих величин, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине.

Запись вычислений проводить подробно, по действиям. При подстановке в рабочую формулу числовые значения величин записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 0,00129 записать 1,29 · 10-3 и т.д. Число в ответе должно содержать 2 или 3 значащих цифры. Для десяти в степени от минус 12-ой до + 12-ой использовать дольные и краткие приставки: пико - п, нано - н, микро - мк, милли - м, кило - к, мега -М, гига - Г, тера - Т.

Если задача требует громоздких вычислений, то можно производить их не в конечных, а в промежуточных формулах.

1. В конце контрольной работы должен быть приведён перечень литературы, использованной при выполнении работы, с обязательным указанием авторов и год издания литературы.
2. Закончив работу, нужно внимательно прочитать ее, исправить ошибки, подписаться и поставить дату.
3. Выполненная контрольная работа должна быть сдана на кафедру физики для проверки в сроки установленные ведущим преподавателем (не менее чем за месяц до начала сессии).
4. Проверенные работы выдают на кафедре физики. Студент внимательно изучает замечания преподавателя и, если есть ошибки в решении задач, выполняет работу над ошибками, используя четные страницы контрольной работы, напротив неправильного решения. Замена листов и использование «Штриха» для исправлений не допускается. После этого студент предъявляет исправления преподавателю лично. Контрольная работа зачитывается после принятия преподавателем исправлений и устного собеседования.
5. При устном собеседовании студент должен уметь объяснить решение любой задачи контрольной работы по указанию преподавателя.
6. Если при выполнении контрольной работы в процессе решения задач и связанного с этим изучением теоретического материала встречаются отдельные затруднения, которые самостоятельно преодолеть не удается, нужно прийти на консультацию к преподавателю, читающему курс физики на потоке. Расписание консультаций можно узнать на кафедре «Физика».

*Образец титульного листа*

## БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ

## ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

КАФЕДРА «ФИЗИКА»

Контрольная работа №

Тема: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Выполнил: студент (ка) группы *номер группы*

*Фамилия, имя и отчество студента(полностью)*

Шифр: *(№ зачётной книжки)*

Проверил: *Фамилия и инициалы преподавателя*

## Брянск – *год выполнения*

**Таблица вариантов к контрольной работе №1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Последняя**  **цифра**  **шифра** | **Предпоследняя цифра шифра** | | | | | | | | | | | |
| **нечетная** | | | | | | **четная** | | | | | |
| **1** | **1.1.1** | **1.2.1** | **1.3.1** | **1.4.1** | **1.5.1** | **1.6.1** | **1.1.11** | **1.2.11** | **1.3.11** | **1.4.11** | **1.5.11** | **1.6.11** |
| **2** | **1.1.2** | **1.2.2** | **1.3.2** | **1.4.2** | **1.5.2** | **1.6.2** | **1.1.12** | **1.2.12** | **1.3.12** | **1.4.12** | **1.5.12** | **1.6.12** |
| **3** | **1.1.3** | **1.2.3** | **1.3.3** | **1.4.3** | **1.5.3** | **1.6.3** | **1.1.13** | **1.2.13** | **1.3.13** | **1.4.13** | **1.5.13** | **1.6.13** |
| **4** | **1.1.4** | **1.2.4** | **1.3.4** | **1.4.4** | **1.5.4** | **1.6.4** | **1.1.14** | **1.2.14** | **1.3.14** | **1.4.14** | **1.5.14** | **1.6.14** |
| **5** | **1.1.5** | **1.2.5** | **1.3.5** | **1.4.5** | **1.5.5** | **1.6.5** | **1.1.15** | **1.2.15** | **1.3.15** | **1.4.15** | **1.5.15** | **1.6.15** |
| **6** | **1.1.6** | **1.2.6** | **1.3.6** | **1.4.6** | **1.5.6** | **1.6.6** | **1.1.16** | **1.2.16** | **1.3.16** | **1.4.16** | **1.5.16** | **1.6.16** |
| **7** | **1.1.7** | **1.2.7** | **1.3.7** | **1.4.7** | **1.5.7** | **1.6.7** | **1.1.17** | **1.2.17** | **1.3.17** | **1.4.17** | **1.5.17** | **1.6.17** |
| **8** | **1.1.8** | **1.2.8** | **1.3.8** | **1.4.8** | **1.5.8** | **1.6.8** | **1.1.18** | **1.2.18** | **1.3.18** | **1.4.18** | **1.5.18** | **1.6.18** |
| **9** | **1.1.9** | **1.2.9** | **1.3.9** | **1.4.9** | **1.5.9** | **1.6.9** | **1.1.19** | **1.2.19** | **1.3.19** | **1.4.19** | **1.5.19** | **1.6.19** |
| **0** | **1.1.10** | **1.2.10** | **1.3.10** | **1.4.10** | **1.5.10** | **1.6.10** | **1.1.20** | **1.2.20** | **1.3.20** | **1.4.20** | **1.5.20** | **1.6.20** |

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ**

Раздел 1.1 Кинематика поступательного движения

**№1.1.1** Материальная точка движется прямолинейно согласно уравнению *x* = *At + Bt3*, где *A* = 3 м/с, *B =*0,1 м/с3. Найти координату, скорость и ускорение точки в моменты времени *t*1 = 0 и *t*2 = 3 с. Построить графики зависимостей *х*(*t*), v*x*(*t*) и *ax*(*t*).

**№1.1.2** Закон прямолинейного движения материальной точки вдоль оси *ОХ*: *x* = 2 + 4*t*2 + 2*t*3. Найти координату, скорость и ускорение точки в моменты времени *t*1 = 0 и *t*2 = 2 с. Построить графики зависимостей *х*(*t*), v*x*(*t*) и *ax*(*t*).

**№1.1.3** Материальная точка движется в пространстве согласно уравнениям: *x* = *A*1 + *B*1*t*2, *y* = *A*2 + *B*2*t*3, *z* = *A*3 + *B*3*t*2 (*A*1 = *A*2 = *A*3 =1 м, *B*1 = 4 м/с2, *B*2 = 1 м/с3, *B*3 = 2 м/с2). Найти модули радиус-вектора, скорости и ускорения точки в момент времени *t* = 2 с.

**№1.1.4** Точка движется в плоскости *XOY* по закону: *x* = 4 + 3*t*2, *y* = 4*t*2 + 3*t*. Найти модули радиус-вектора, скорости и ускорения точки в момент времени *t =*3 с.

**№1.1.5** Материальная точка движется прямолинейно. Зависимость пройденного точкой пути от времени имеет вид *S* = 2*t* + 3*t*2 + 4*t*3. Найти пройденный путь, скорость и ускорение точки в момент времени *t* = 2 с. Построить графики зависимостей *S*(*t*), v(*t*) и *a*(*t*).

**№1.1.6** Под действием постоянной силы *F* = 10 Н материальная точка движется прямолинейно вдоль оси *OХ* по закону *x* = 10 + 5*t* + 2*t*2. Найти массу *m* точки. Построить графики зависимостей *х*(*t*), v*x*(*t*) и *ax*(*t*).

**№1.1.7** Скорость материальной точки описывается уравнением v*х* = 0,2 + 0,1*t*. Найти координату, скорость и ускорение точки в момент времени *t* = 10 с. В начальный момент времени точка имела координату *x*0= 1 м. Построить графики зависимостей *x*(*t*), v*х*(*t*) и *aх*(*t*).

**№1.1.8** Скорость материальной точки описывается уравнением v*х* = 12*t* + 3. Найти координату, скорость и ускорение точки в момент времени *t* = 2 с. В начальный момент времени точка имела координату *x*0 = 0. Построить графики зависимостей *x*(*t*), v*х*(*t*) и *aх*(*t*).

**№1.1.9** Ускорение материальной точки описывается уравнением *ах* = 6*t.* Найти координату, скорость и ускорение точки в момент времени *t* = 2 с. В начальный момент времени точка имела координату *x*0 = 0 и скорость v0х = 1 м/с. Построить графики зависимостей *x*(*t*), v*х*(*t*) и *aх*(*t*).

**№1.1.10** Движение материальной точки массой *m* = 0,2 кг в пространстве задано уравнениями: *x* = 4*t*2 + 2; *y* = 6*t*2 + 3; *z* = 0. Найти силу *F*, действующую на точку, и импульс *р* точки в момент времени *t* = 3 с.

**№1.1.11** Закон прямолинейного движения материальной точки вдоль оси *ОХ*: *x* = 1 + 4*t*2. Найти координату, скорость и ускорение точки в моменты времени *t*1 = 0 и *t*2 = 3 с. Построить графики зависимостей *х*(*t*), v*x*(*t*) и *ax*(*t*).

**№1.1.12** Скорость материальной точки описывается уравнением v*х* = 3*t* + 2. Найти координату, скорость и ускорение точки в момент времени *t* = 3 с. В начальный момент времени точка имела координату *x*0 = 0. Построить графики зависимостей *x*(*t*), v*х*(*t*) и *aх*(*t*).

**№1.1.13** Ускорение материальной точки равно *ах* = 4 м/с2*.* Найти координату, скорость и ускорение точки в момент времени *t* = 3 с. В начальный момент времени точка имела координату *x*0 = 0 и скорость v0х = 2 м/с. Построить графики зависимостей *x*(*t*), v*х*(*t*) и *aх*(*t*).

**№1.1.14** Материальная точка движется прямолинейно согласно уравнению *x* = *At*2 + *Bt*, где *A* = 0,1 м/с2, *B* = 4 м/с. Найти координату, скорость и ускорение точки в моменты времени *t*1 = 0 и *t*2 = 2 с. Построить графики зависимостей *x*(*t*), v*х*(*t*), *aх*(*t*).

**№1.1.15** Материальная точка движется прямолинейно по закону *x* = 8 + 3*t*2+ *t*3 . Найти координату, скорость и ускорение точки в моменты времени *t*1 = 0 и *t*2 = 2 с. Построить графики зависимостей *х* (*t*), v*x*(*t*) и *ax*(*t*).

**№1.1.16** Материальная точка движется в плоскости *ХOY* согласно уравнениям *x* = *A*1 + *B*1*t* + *C*1*t*2, *y* = *A*2 + *B*2*t* + *C*2*t*2, где *A*1 =*A*2 =1 м *B*1 = 5 м/с, *С*1 = 1 м/с2, *B*2 = 3 м/c, *C*2 = 2 м/с2. Найти модули радиус-вектора, скорости и ускорения точки в момент времени *t =*5 с.

**№1.1.17** Движение материальной точки в пространстве задано уравнениями: *x* = 2 + 4*t*2; *y* = 3*t*; *z* = 3*t* + 4*t*2. Найти модули радиус-вектора, скорости и ускорения точки в момент времени *t =*2 с.

**№1.1.18** Зависимость пройденного материальной точкой пути от времени имеет вид *S* =  3*t*3+ 2*t*2 + *t*. Найти пройденный путь, скорость и ускорение точки в момент времени *t* = 2 с. Построить графики зависимостей *S*(*t*), v*x*(*t*) и *ax*(*t*).

**№1.1.19** Под действием постоянной силы *F* = 5 Н материальная точка движется прямолинейно вдоль оси *OХ* по закону *x* = 2 + 4*t* + *t*2. Найти массу *т* точки. Построить графики зависимостей *х*(*t*), v*x*(*t*) и *ax*(*t*).

**№1.1.20** Скорость материальной точки описывается уравнением v*х* = 2 + 8*t*. Найти координату, скорость и ускорение точки в момент времени *t* = 2 с. В начальный момент времени точка имела координату *x*0 = 1 м. Построить графики зависимостей *x*(*t*), v*х*(*t*) и *aх*(*t*).

Раздел 1.2 Кинематика вращательного движения

**№1.2.1** Велосипедное колесо вращается с частотой *ν*1 = 5 об/c. Под действием сил трения оно остановилось за время *t* = 1 мин. Определить угловое ускорение колеса *ε* и число оборотов *N*, которое сделало колесо до остановки.

**№1.2.2** Вентилятор вращается с частотой *ν*1 = 900 об/мин. После выключения вентилятор, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки *N* = 15 оборотов. Сколько времени *t* прошло с момента выключения вентилятора до полной остановки?

**№1.2.3** Колесо автомобиля, вращающееся с частотой *ν*1 = 1200 об/мин, при торможении стало вращаться равнозамедленно и остановилось через время *t* = 20 с. Найти угловое ускорение *ε* колеса и число сделанных им оборотов *N* с момента начала торможения до полной остановки.

**№1.2.4** Маховик спустя время *t* = 2 мин после начала вращения приобретает скорость, соответствующую частоте ν = 720 об/мин. Найти угловое ускорение *ε* маховика и число оборотов *N* за это время.

**№1.2.5** Шар через *t* = 1 мин после начала вращения приобретает скорость, соответствующую частоте *ν* = 360 об/мин. Найти угловое ускорение *ε* шара и число оборотов *N* за эту минуту.

**№1.2.6** Точка движется по окружности радиуса *R* = 0,5 м. Угол поворота зависит от времени по закону  *ϕ* = 1,5*t*2. Найти скорость v, нормальное *an*, тангенциальное *aτ* и полное *a* ускорения точки в момент времени *t* = 2 с.

**№1.2.7** Определить угловую скорость *ω* и угловое ускорение *ε* колеса, вращающегося согласно уравнению *ϕ*(*t*) = *At* + *Bt*3, где *A* = 2 рад/с, *B* = 2 рад/с3, в момент времени *t* = 2 с.

**№1.2.8** Материальная точка движется по окружности радиуса *R* = 20 см равноускоренно с тангенциальным ускорением *aτ =*4 см/с2. Через какое время *t* после начала движения нормальное ускорение точки будет больше тангенциального в два раза?

**№1.2.9** Точка движется по окружности радиусом *R* = 4 м. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки *an* = 4 м/c2, а вектор полного ускорения  образует с вектором нормального ускорения  угол *α* = 60˚. Найти скорость v, полное *a* и тангенциальное ускорение *aτ* точки в этот момент.

**№1.2.10** Материальная точка движется по окружности диаметром *D* = 4 м согласно уравнению *S* = 8*t* +3*t*2 + 2*t*3. Найти тангенциальное *аτ*, нормальное *ап* и полное ускорение *а* точки через временя *t* = 2 c после начала движения.

**№1.2.11** Автомобиль движется по закруглению шоссе, имеющему радиус кривизны *R* = 50 м. Закон движения автомобиля *S* = 10*t* + 5*t*2. Определить линейную v и угловую скорость *ω*, а также нормальное ускорение *an* автомобиля в момент времени *t* = 4 c.

**№1.2.12** Тело движется по криволинейной траектории, имеющей радиус кривизны *R* = 10 м. Закон движения тела *S* = *t*+ 2*t*2. Определить линейную v и угловую скорость *ω*, а также нормальное ускорение *an* автомобиля в момент времени *t* = 2 c.

**№1.2.13** Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону *ϕ* = *Вt* + *Сt*2, где *В* = 2 рад/с, *С* = 0,2 рад/с2. Определить угловую скорость *ω* и угловое ускорение *ε* тела в момент времени *t* = 2 с.

**№1.2.14** Маховое колесо спустя *t* = 1 мин после начала вращения приобретает скорость, соответствующую частоте *n* = 720 об/мин. Найти угловое ускорение *ε* колеса и число оборотов *N* колеса за эту минуту. Движение считать равноускоренным.

**№1.2.15** Тело, вращаясь равноускоренно, за время *t* = 10 с увеличило угловую скорость от *ω*1 = 5 рад/c до *ω*2 = 15 рад/с. Найти угловое ускорение *ε* тела. Сколько оборотов *N* сделало тело за это время?

**№1.2.16** Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости *ω* = 20 рад/c через *N* = 10 оборотов после начала вращения. Найти угловое ускорение *ε* колеса.

**№1.2.17** Диск вращается равнозамедленно с начальной угловой скоростью *ω*0 = 10 рад/с и угловым ускорением *ε =*2 рад/с2. Сколько оборотов *N* сделает диск до полной остановки?

**№1.2.18** Шар, вращаясь равнозамедленно с начальной угловой скоростью *ω*0 = 10 рад/с и угловым ускорением *ε =*2 рад/с2, через некоторое время остановился. Определить сколько времени *t* прошло и какое количество оборотов *N* сделал шар до полной остановки?

**№1.2.19** Определить скоростьv, полное *a*, нормальное *an* и тангенциальное *aτ* ускорения точки в момент времени *t* = 1 с, находящейся на ободе колеса радиусом *R* = 0,5 м, которое вращается согласно уравнению *ϕ*(*t*) = *At* + *Bt*3, где *A* = 2 рад/с, *B* = 0,2 рад/с3.

**№1.2.20** Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону *ϕ* =  *Вt* + *Сt*2, где *В* = 20 рад/с, *С* = 2 рад/с2. Определить угловую скорость *ω* и угловое ускорение *ε* тела в момент времени *t* = 4 с.

Раздел 1.3 Динамика поступательного движения

**№1.3.1** Два тела массами *m*1 = 100 г и *m*2 = 150 г висят на нити, перекинутой через блок. Определить скорости v тел через время *t* = 1 с после начала движения. Массой блока, нити и трением пренебречь.

**№1.3.2** Два груза *m*1 = 1 кг и *m*2 = 2 кг связаны перекинутой через неподвижный блок нитью. В начальный момент расстояние между грузами по вертикали *h* = 1 м. Через сколько времени *t* после начала движения грузы будут на одной высоте? Массой блока и нити пренебречь.

**№1.3.3** Троллейбус массой *m* = 10 т, трогаясь с места, приобрел на пути *S* = 50 м скорость v = 10 м/c. Найти коэффициент трения *μ*, если сила тяги *F* = 14 кН.

**№1.3.4** К саням массой *m* = 350 кг под углом *α* = 30˚ к горизонту приложена сила *F* = 500 Н. Определить коэффициент трения *μ* полозьев саней о лед, если сани движутся с ускорением *a* = 0,8 м/с2.

**№1.3.5** На наклонной плоскости длиной *ℓ* = 5 м и высотой *h* = 3 м находится груз массой *m* = 50 кг. Какую силу *F*, направленную вдоль плоскости, надо приложить, чтобы втаскивать груз вверх с постоянной скоростью? Коэффициент трения груза о поверхность *μ =*0,04.

**№1.3.6** Тело скользит вниз по наклонной плоскости, длина которой *ℓ* = 5 м, а высота *h* = 2,5 м. Определить ускорение тела *a*, если коэффициент трения между телом и плоскостью *μ =*0,05.

**№1.3.7** На наклонной плоскости длиной *ℓ* = 10 м и высотой *h* = 5 м лежит груз массой *m* = 25 кг. Коэффициент трения *μ =*0,2. Какую минимальную силу *F* нужно приложить к грузу вдоль плоскости, чтобы втащить груз?

**№1.3.8** Определить силу *F*, с которой давит груз массой *m* = 100 кг на пол лифта, движущегося с ускорением *а =*2 м/с2, если ускорение лифта направлено вверх.

**№1.3.9** По склону горы длиной *ℓ* = 10 м на веревке спускают санки массой *m* = 60 кг. Высота горы *h* = 5 м. Определить силу натяжения *T* веревки, считая ее постоянной, если ускорение санок *а =*1,25 м/с2. Коэффициент трения *μ =*0,1.

**№1.3.10** Определить массу *m* прицепа, который трактор ведет с ускорением *а =*0,2 м/c2. Сила тяги на крюке трактора *F =*1,2 кН. Коэффициент трения *μ =*0,1.

**№1.3.11** Два тела массами *m*1 = 300 г и *m*2 = 500 г висят на нерастяжимой нити, перекинутой через блок. С каким ускорением *а* будут двигаться грузы? Массой блока, нити и трением пренебречь.

**№1.3.12** Два одинаковых груза массой *m*1 = *m*2 = 1 кг связаны невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок с неподвижной осью. На один из грузов кладут перегрузок массы *m*3 = 500 г. Определить путь *S*, пройденный телом с перегрузком за время *t* = 1 с после начала движения.

**№1.3.13** Два груза массами *m*1 = *m*2 = 100 г каждый подвешены на концах нити, перекинутой через блок (масса блока пренебрежимо мала). Какой дополнительный груз *m*3 надо положить на один из грузов, чтобы система пришла в движение и двигалась с ускорением *а =*0,2 м/с2?

**№1.3.14** Два одинаковых груза массой *m*1 = *m*2 = 2 кг связаны невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок с неподвижной осью. На один из грузов кладут перегрузок массы *m*3 = 500 г. С каким ускорением *a* будут двигаться грузы?

**№1.3.15** Два груза массами *m*1 = *m*2 = 240 г каждый подвешены на концах нити, перекинутой через блок (масса блока пренебрежимо мала). Какой дополнительный груз *m*3 надо положить на один из грузов, чтобы система пришла в движение и прошла путь *S* = 1,2 м за время *t* = 4 c?

**№1.3.16** Автомобиль массой *m* = 14 т, трогаясь с места, проходит путь *S* = 50 м за время *t* = 10 с. Найти силу тяги *Fт* двигателя автомобиля. Коэффициент трения *μ =*0,6.

**№1.3.17** С какой силой *F* нужно тянуть за верёвку, составляющую с горизонтом угол *α* = 30о, чтобы сдвинуть с места санки массой *m* = 50 кг при коэффициенте трения *μ =*0,1? Санки находятся на горизонтальной плоскости.

**№1.3.18** На наклонной плоскости длиной *ℓ* = 10 м и высотой *h* = 6 м находится груз массой *m* = 60 кг. Какую силу *F*, направленную вдоль плоскости, надо приложить, чтобы втаскивать груз вверх с постоянной скоростью? Коэффициент трения груза о поверхность *μ =*0,02.

**№1.3.19** Груз соскальзывает с наклонной плоскости, составляющей угол *α* = 30о с горизонтальной поверхностью. Каково ускорение *a* груза, если коэффициент трения между ним и плоскостью *μ =*0,2?

**№1.3.20** На наклонной плоскости длиной *ℓ* = 13 м и высотой *h* = 5 м лежит груз массой *m* = 20 кг. Коэффициент трения *μ =*0,5. Какую минимальную силу *F* нужно приложить к грузу вдоль плоскости, чтобы стащить груз?

Раздел 1.4 Динамика вращательного движения

**№1.4.1** По касательной к шкиву маховика в виде однородного диска диаметром *D* = 80 см и массой *m* = 40 кг приложена сила *F* = 1 кН. Определить угловое ускорение *ε* и частоту вращения *n* маховика через время *t* = 10 с после начала действия силы, если радиус *r* шкива равен 12 см. Силой трения пренебречь.

**№1.4.2** Определить момент силы *Мz*, который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой *n* = 12 об/с, чтобы он остановился через время *t* = 8 с. Диаметр блока *D* = 20 см. Массу блока *m* = 6 кг считать равномерно распределенной по ободу.

**№1.4.3** Молотильный барабан вращается с частотой *f =*20 с-1. Момент инерции барабана относительно оси вращения *Iz* = 30 кг·м2. Определить момент силы относительно оси вращения *Mz*, под действием которого барабан остановится за время *t* = 200 с.

**№1.4.4** Маховик в виде колеса (тонкий обруч) массой *m* = 1,5 кг и радиусом *R* = 1 м вращается с угловой скоростью *ω* =10 рад/с. Под действием силы трения за время *t* = 10 с угловая скорость маховика уменьшилась до нуля. Определить момент силы трения *Mz*.

**№1.4.5** Колесо массой *m* = 2 кг и диаметром *D* = 1 м, представляет собой тонкий обруч со спицами, массой которых можно пренебречь, вращающийся вокруг оси *OZ*. Какую силу *F* нужно приложить к обручу, чтобы угловое ускорение колеса было равно *ε* = 3 рад/с2?

**№1.4.6** На обод маховика диаметром *D* = 60 см намотан шнур, к концу которого приложена сила *F* = 2 Н. Определить момент инерции *Jz* маховика, если он, вращаясь равноускоренно, за время *t =*3 с изменил угловую скорость от *ω*0 = 0 до *ω* = 9 рад/с.

**№1.4.7** Сплошной цилиндр, расположенный горизонтально, может вращаться вокруг оси, совпадающей с осью цилиндра. Масса цилиндра *m*1 = 12 кг. На цилиндр намотан шнур, к которому привязана гиря массой *m*2 = 1 кг. С каким ускорением *а* будет опускаться гиря?

**№1.4.8** Маховик в виде сплошного диска массой *m* = 4 кг и радиусом *R* = 20 см начинает вращаться под действием момента силы *Mz* = 12 Н·м. Определить угловую скорость *ω* маховика через *t =*5 с после начала вращения.

**№1.4.9** Стержень с моментом инерции *Jz =*10 кг∙м2 может вращаться вокруг оси *OZ*, перпендикулярной плоскости чертежа. На тело в точках *А* и *В* действуют силы *F*1 = 100 H и *F*2 = 40 Н. Расстояния от точек *А* и *В* до оси равны *d*1 = 80 см и *d*2 = 30 см. Найти общий момент *Mz* этих сил относительно оси *OZ* и угловое ускорение *ε* тела.

*Z*

*d*2

*d*1





*A*

*B*

**№1.4.10** Каков момент инерции *Jz* маховика относительно оси его вращения *OZ*, если он под действием момента силы относительно этой оси *Mz* = 200 H∙м за время *t =*5 с увеличил частоту вращения от нуля до *ν* = 18 с-1.

**№1.4.11** Определить момент инерции *Jz* тела, относительно оси вращения *ОZ*, если под действием момента силы трения *Mz* = 100 H∙м за время *t =*1 мин оно уменьшило частоту вращения от *ν*1 = 180 об/с до нуля.

**№1.4.12** Шар массой *m* = 2 кг и радиусом *R* = 20 см начинает вращаться под действием момента силы *Mz* = 10 Н·м. Определить угловую скорость *ω* шара через *t* = 2 с после начала вращения.

**№1.4.13** Стержень с моментом инерции *Jz* *=*10 кг∙м2 может вращаться вокруг оси *OZ*, перпендикулярной плоскости рисунка. В точке *А* на расстоянии *L* = 1 м от оси под углом *α* = 450 к линии *ОА* действует сила *F* = 50 Н. Найти момент *Mz* этой силы относительно оси *OZ* и угловое ускорение *ε* тела.

*А*

F

*α*

*O*

*Z*

**№1.4.14** Однородный стержень длиной *ℓ* = 1 м и массой *m* = 0,5 кг вращается в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через середину стержня. Найти угловое ускорение *ε* и частоту вращения *n* стержня в момент времени *t* = 5 с под действием вращающего момента *Mz =*0,05 Н·м.

**№1.4.15** Тело, имеющее момент инерции *Jz* = 50 кг·м2, вращается с частотой *n* = 10 об/c. Какой момент силы *Mz* следует приложить к телу, чтобы частота вращения увеличилась вдвое за время *t* = 20 с?

**№1.4.16** Диск радиусом *R* = 30 см и массой *m* = 10 кг вращается с частотой *n* = 5 об/c. Какой момент силы *Mz* следует приложить, чтобы диск остановился за время *t =*10 с?

**№1.4.17** Маховик, имеющий форму диска массой *m* = 30 кг и радиусом *R* = 10 см, был раскручен до частоты *n* = 300 об/мин. Под действием силы трения диск остановился через время *t* = 20 с. Найти момент сил трения *Mz*, считая его постоянным.

**№1.4.18** С какой силой *F* нужно тянуть за нить, намотанную на блок в виде сплошного диска радиусом *R* = 8 см и массой *m* = 200 г, чтобы сообщить ему угловое ускорение *ε* = 2 рад/c2?

**№1.4.19** Каков момент инерции *Jz* маховика (сплошного диска), если под действием силы натяжения *F* = 1 кН троса, намотанного на маховик, он за время *t* = 15 c изменил угловую скорость от *ω*0 = 0 до *ω* = 30 рад/с? Диаметр маховика *D* = 50 см.

**№1.4.20** Маховик (в виде диска) диаметром *D* = 40 см и массой *т1* = 0,1 кг может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр масс. На обод маховика намотан шнур, к концу которого привязан груз массой *m2* = 2 кг. Определить с каким ускорением *а* будет опускаться груз.

Раздел 1.5 Законы сохранения импульса и энергии

**№1.5.1** Предмет массой *m*1 = 5 кг движется со скоростью v1 = 1 м/с и сталкивается с покоящимся предметом массой *m*2 = 3 кг. Определить скорости *u*1 и *u*2 предметов после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

**№1.5.2** Упругая шайба, движущаяся со скоростью v1 = 5 м/c, налетает на покоящуюся шайбу такой же массы. Найти скорости *u*1 и *u*2 шайб после центрального удара.

**№1.5.3** Два тела массами *m*1 = 2 кг и *m*2 = 4 кг движутся в одном направлении со скоростями v1 = 2 м/с и v2 = 6 м/с. Найти скорости *u*1 и *u*2 тел после абсолютно упругого центрального удара.

**№1.5.4** На идеально гладкой горизонтальной плоскости лежит тело массой *m*1 = 10 кг. На него налетает тело массой *m*2 = 5 кг, скорость которого v2 = 5 м/c. Между телами происходит упругий центральный удар. Определить скорости *u*1 и *u*2 тел после удара.

**№1.5.5** Две одинаковые шайбы движутся навстречу друг другу со скоростями v1 = 5 м/с и v2 = 8 м/c. Найти их скорости *u*1 и *u*2 после абсолютно упругого центрального удара.

**№1.5.6** Тело массой *m*1 = 5 кг покоится. На него налетает другое тело массой *m*2 = 3 кг, движущееся со скоростью v2 = 1 м/c. Определить скорости *u*1 и *u*2 тел после абсолютно упругого центрального удара.

**№1.5.7** Тело массой 2,5 кг, движущееся со скоростью3 м/с, ударяется о неподвижное тело массой 5 кг. Определить скорости *u*1 и *u*2 тел после абсолютно упругого центрального удара.

**№1.5.8** Две шайбы одинаковой массы движутся навстречу друг другу. После абсолютно упругого удара шайбы разлетаются в разные стороны со скоростями *u*1 = 5 м/с и *u*2 = 3 м/с. Определить скорости v*1* и v*2* шайб до удара.

**№1.5.9** Два тела движутся навстречу друг другу со скоростями v*1 =*2 м/с и v*2 =*4 м/с. Масса второго тела в три раза больше, чем первого. Найти скорости *u*1 и *u*2 тел после центрального абсолютно упругого удара.

**№1.5.10** Тело массой *m*1 = 1 кг движется со скоростью v*1 =*4 м/с и сталкивается с телом массой *m*2 = 2 кг, движущимся навстречу ему со скоростью v*2 =*3 м/с. Определить скорости *u*1 и *u*2 тел после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

**№1.5.11** Два тела массами *m*1 = 1 кг и *m*2 = 2 кг движутся в одном направлении со скоростями v1 = 6 м/с и v2 = 2 м/с. Найти скорости *u*1 и *u*2 тел после абсолютно упругого центрального удара.

**№1.5.12** Два тела массами *m*1 = 2 кг и *m*2 = 3 кг движутся навстречу друг другу со скоростями v1 = 2 м/с и v2 = 6 м/с. Найти скорости *u*1 и *u*2 тел после абсолютно упругого центрального удара.

**№1.5.13** На идеально гладкой горизонтальной плоскости лежит тело массой *m*1 = 2 кг. На него налетает тело массой *m*2 = 4 кг, скорость которого v2 = 5 м/c. Между телами происходит упругий центральный удар. Определить скорости *u*1 и *u*2 тел после удара.

**№1.5.14** Два тела массами *m*1 = *m*2 = 40 г движутся навстречу друг другу со скоростями v1 = 3 м/с и v2 = 8 м/с. Определить их скорости *u*1 и *u*2 после абсолютно упругого удара.

**№1.5.15** Два тела с массами *m*1 = 2 кг и *m*2 = 4 кг движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями v1 = v2 = 3 м/с. Определить скорости *u*1 и *u*2 тел после абсолютно упругого центрального удара.

**№1.5.16** Тело массы *m*1 = 1 кг, движущееся со скоростью v1 = 3 м/с, сталкивается с покоящимся телом массы *m*2 = 2 кг. Найти скорости *u*1 и *u*2 тел после столкновения. Столкновение считать абсолютно упругим, центральным.

**№1.5.17** Две тележки массами *m*1 = 40 кг и *m*2 = 60 кг движутся навстречу друг другу. Найти скорости *u*1 и *u*2 тележек до удара, если после абсолютно упругого удара тележки движутся в разные стороны со скоростями v1 = 2 м/с и v2 = 3 м/с.

**№1.5.18** Шайба, движущаяся со скоростью v1 = 5 м/с, догоняет другую шайбу, движущуюся со скоростью v2 = 2 м/с. Определить скорости *u*1 и *u*2 шайб после абсолютно упругого центрального удара, если масса первой шайбы в два раза больше массы второй шайбы.

**№1.5.19** Два тела массами *m*1 = *m*2 = 3 кг движутся навстречу друг другу со скоростями v1 = 8 м/с и v2 = 3 м/c. Определить их скорости *u*1 и *u*2 после абсолютно упругого центрального удара.

**№1.5.20** Тело массой *m*1 = 2 кг движется со скоростью v1 = 3 м/с и догоняет другое тело, движущееся со скоростью v2 = 1 м/с. Найти массу *m*2 второго тела, если после абсолютно упругого удара первое тело остановилось.

Раздел 1.6 Закон сохранения момента импульса.

Кинетическая энергия вращательного движения

**№1.6.1** Тонкий стержень длиной *ℓ* = 1 м и массой *М* = 0,9 кг может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец. В нижний конец стержня попадает пуля массой *m* = 10 г, летящая горизонтально со скоростью v = 12 м/с, и застревает в нем. Определить угловую скорость *ω* стержня после попадания пули.

**№1.6.2** На краю горизонтальной платформы, вращающейся с угловой скоростью *ω*1 = 1 рад/с, стоит человек. С какой угловой скоростью *ω2* будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Масса платформы *М* = 120 кг, масса человека *m* = 60 кг. Платформу считать однородным диском, человека - материальной точкой.

**№1.6.3** На краю платформы в виде однородного сплошного диска массой *М* = 0,2 кг и радиусом *R* = 0,5 м, укреплена мишень, в которую попадает пуля массой *m* = 15 г, летящая горизонтально со скоростью v = 10 м/с, и застревает в ней. Линия движения пули проходит на расстоянии *R* от оси вращения. Определить угловую скорость *ω* платформы после попадания пули. (Массой мишени пренебречь).

**№1.6.4** Человек, стоящий на краю покоящейся скамьи Жуковского, ловит мяч с массой *m* = 0,5 кг, летящий в горизонтальном направлении на расстоянии *R* = 1 м от оси вращения скамьи со скоростью v = 20 м/с. Суммарный момент инерции скамьи и человека *Jz* = 10 кг·м2. С какой угловой скоростью *ω* начнёт вращаться человек со скамьей?

**№1.6.5** Горизонтальная платформа массой *m* = 80 кг и радиусом *R* = 1 м вращается с частотой *п1 =*30 об/мин. В центре платформы стоит человек и держит в разведенных в стороны руках гантели. С какой частотой *п2* будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от *Jz1* = 3 кг·м2 до *Jz2* = 1 кг·м2? Платформу считать круглым однородным диском.

**№1.6.6** Горизонтальная платформа массой *m* = 100 кг и радиусом *R* = 80 см вращается с частотой *п1 =*20 об/мин. В центре платформы стоит человек и держит в опущенных руках гантели. С какой частотой *п2* будет вращаться платформа, если человек, разведя руки горизонтально, увеличит свой момент инерции от *Jz1* = 1 кг·м2 до *Jz2* = 2 кг·м2? Платформу считать круглым однородным диском.

**№1.6.7** Сплошной шар катится по горизонтальной плоскости со скоростью v = 5 м/с. Определить кинетическую энергию *Ек* шара, если его масса *m* = 2 кг.

**№1.6.8** Обруч и диск одинаковой массы катятся без скольжения с одинаковой скоростью поступательного движения. Найти отношение их кинетических энергий.

**№1.6.9** Сплошной цилиндр массой *m* = 10 кг катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания со скоростью v = 10 м/с. Определить кинетическую энергию *EK* цилиндра и тормозной путь *S*, который он пройдет до полной остановки, если на него начнет действовать постоянная сила сопротивления *F* = 50 Н.

**№1.6.10** Какую работу надо совершить, чтобы маховику в виде диска массой *m* = 100 кг и радиусом *R* = 0,4 м сообщить частоту вращения *п =*10 об/c, если в начальный момент он находился в состоянии покоя?

**№1.6.11** Диск массой *m* = 5 кг вращается с частотой *f*1 = 5 с-1. Определить работу *A*, которую надо совершить, чтобы частота вращения диска увеличилась до *f*2 = 10 с-1. Радиус диска равен *R* = 20 см.

**№1.6.12** Сплошной цилиндр массой *m* = 2 кг катится по горизонтальной поверхности со скоростью v = 20 м/c. Какую работу *A* нужно совершить, чтобы остановить цилиндр?

**№1.6.13** Два цилиндра (сплошной и полый) одинаковой массы катятся без скольжения с одинаковой скоростью поступательного движения. Найти отношение их кинетических энергий.

**№1.6.14** Стержень массой *M* = 2 кг и длиной *ℓ* = 1 м может вращаться вокруг оси, расположенной перпендикулярно и проходящей через его конец. В другой конец стержня попадает пуля массой *m* = 10 г, летящая перпендикулярно стержню со скоростью v = 500 м/с. Определить угловую скорость *ω*, с которой начнет вращаться стержень, если пуля застрянет в нем.

**№1.6.15** В центре горизонтальной платформы, вращающейся с угловой скоростью *ω*1 = 1 рад/c, стоит человек. С какой угловой скоростью *ω2* будет вращаться платформа, если человек перейдет на ее край? Масса платформы *M* = 120 кг, масса человека *m* = 80 кг. Платформу считать однородным диском.

**№1.6.16** На краю платформы в виде однородного сплошного диска массой *М* = 2 кг и радиусом *R* = 1 м, укреплена мишень, в которую попадает пуля массой *m* = 10 г, летящая горизонтально со скоростью v = 200 м/с, и застревает в ней. Линия движения пули проходит на расстоянии *R* от оси вращения. Определить частоту вращения *п* платформы после попадания пули. (Массой мишени пренебречь).

**№1.6.17** Человек, стоящий на расстоянии *r* = 2 м от оси покоящейся горизонтальной круглой платформы, ловит мяч, летящий на него со скоростью v = 10 м/с. Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии *r* от оси платформы. Масса мяча *m* = 0,55 кг. Момент инерции платформы с человеком *Jz* = 100 кг·м2. Определить, с какой угловой скоростью *ω* начнет вращаться платформа.

**№1.6.18** На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках тонкий стержень, расположенный вертикально по оси вращения. Скамья с человеком вращается с частотой *п1 =*9 об/мин. С какой частотой *п2* будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он принял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи *Jz* = 5 кг·м2, длина стержня *ℓ* = 2 м, масса *m* = 3 кг. Центр масс стержня постоянно находится на оси вращения.

**№1.6.19** На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках тонкий стержень, расположенный горизонтально перпендикулярно оси вращения. Скамья с человеком вращается с частотой *п1 =*9 об/мин. С какой частотой *п2* будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он принял вертикальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи *Jz* = 3 кг·м2, длина стержня *ℓ* = 1 м, масса *m* = 2 кг. Центр масс стержня постоянно находится на оси вращения.

**№1.6.20** Диск массой *m* = 2 кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью v = 6 м/с. Найти кинетическую энергию диска.

**Таблица вариантов к контрольной работе №2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Последняя**  **цифра**  **шифра** | **Предпоследняя цифра шифра** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **нечетная** | | | | | | | | **четная** | | | | | | | |
| **1** | **2.1.1** | **2.2.1** | **2.3.1** | **2.4.1** | **2.5.1** | **2.6.1** | **2.7.1** | **2.8.1** | **2.1.11** | **2.2.11** | **2.3.11** | **2.4.11** | **2.5.11** | **2.6.11** | **2.7.11** | **2.8.11** |
| **2** | **2.1.2** | **2.2.2** | **2.3.2** | **2.4.2** | **2.5.2** | **2.6.2** | **2.7.2** | **2.8.2** | **2.1.12** | **2.2.12** | **2.3.12** | **2.4.12** | **2.5.12** | **2.6.12** | **2.7.12** | **2.8.12** |
| **3** | **2.1.3** | **2.2.3** | **2.3.3** | **2.4.3** | **2.5.3** | **2.6.3** | **2.7.3** | **2.8.3** | **2.1.13** | **2.2.13** | **2.3.13** | **2.4.13** | **2.5.13** | **2.6.13** | **2.7.13** | **2.8.13** |
| **4** | **2.1.4** | **2.2.4** | **2.3.4** | **2.4.4** | **2.5.4** | **2.6.4** | **2.7.4** | **2.8.4** | **2.1.14** | **2.2.14** | **2.3.14** | **2.4.14** | **2.5.14** | **2.6.14** | **2.7.14** | **2.8.14** |
| **5** | **2.1.5** | **2.2.5** | **2.3.5** | **2.4.5** | **2.5.5** | **2.6.5** | **2.7.5** | **2.8.5** | **2.1.15** | **2.2.15** | **2.3.15** | **2.4.15** | **2.5.15** | **2.6.15** | **2.7.15** | **2.8.15** |
| **6** | **2.1.6** | **2.2.6** | **2.3.6** | **2.4.6** | **2.5.6** | **2.6.6** | **2.7.6** | **2.8.6** | **2.1.16** | **2.2.16** | **2.3.16** | **2.4.16** | **2.5.16** | **2.6.16** | **2.7.16** | **2.8.16** |
| **7** | **2.1.7** | **2.2.7** | **2.3.7** | **2.4.7** | **2.5.7** | **2.6.7** | **2.7.7** | **2.8.7** | **2.1.17** | **2.2.17** | **2.3.17** | **2.4.17** | **2.5.17** | **2.6.17** | **2.7.17** | **2.8.17** |
| **8** | **2.1.8** | **2.2.8** | **2.3.8** | **2.4.8** | **2.5.8** | **2.6.8** | **2.7.8** | **2.8.8** | **2.1.18** | **2.2.18** | **2.3.18** | **2.4.18** | **2.5.18** | **2.6.18** | **2.7.18** | **2.8.18** |
| **9** | **2.1.9** | **2.2.9** | **2.3.9** | **2.4.9** | **2.5.9** | **2.6.9** | **2.7.9** | **2.8.9** | **2.1.19** | **2.2.19** | **2.3.19** | **2.4.19** | **2.5.19** | **2.6.19** | **2.7.19** | **2.8.19** |
| **0** | **2.1.10** | **2.2.10** | **2.3.10** | **2.4.10** | **2.5.10** | **2.6.10** | **2.7.10** | **2.8.10** | **2.1.20** | **2.2.20** | **2.3.20** | **2.4.20** | **2.5.20** | **2.6.20** | **2.7.20** | **2.8.20** |

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2**

**МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.**

**ЭЛЕКРОСТАТИКА И ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

Раздел 2.1 Уравнение состояния идеального газа

**2.1.1** В баллоне находился идеальный газ при давлении 40 МПа и температуре 300 К. Затем 3/5 газа выпустили, а температура понизилась до 240 К. Под каким давлением находится оставшийся в баллоне газ?

**2.1.2** При нагревании идеального газа на 1 К при постоянном давлении его объем увеличился на 1/350 первоначального объема. Найти начальную темпеpатуpу газа.

**2.1.3** Газ при давлении 810 кПа и температуре 12˚С занимает объем 855 л. Каким будет давление, если тот же газ при температуре 320 К займет объем 800 л?

**2.1.4** В баллоне вместимостью 10 л находится гелий под давлением 1 МПа при температуре 300 К. После того, как из баллона было взято 1 г гелия, температура в баллоне понизилась до 200 К. Определить давление гелия, оставшегося в баллоне.

**2.1.5** В баллоне объемом 15 л находится аргон при давлении 600 кПа и темпеpатуpе 300 К. Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до 400 кПа и установилась темпеpатуpа 260 К. Опpеделить массу аргона, взятого из баллона.

**2.1.6** Три баллона объемом *V*1 = 2 л, *V*2  = 3 л, *V*3 = 5 л заполнены кислородом под давлением *p*1 = 2атм, *p*2 = 3 атм, *p*3 = 4 атм, соответственно. Опpеделить давление, установившееся в баллонах после их соединения друг с другом. Процесс считать изотермическим.

**2.1.7** В сосуде объемом 40 л находится кислород при темпеpатуpе 300 К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на 100 кПа. Опpеделить массу израсходованного кислорода. (*T* = const).

**2.1.8** Какое давление создают 40 л водорода про темпеpатуpе 103˚С, если при нормальных условиях тот же газ занимает объем 364 л? Опpеделить массу газа*.*

**2.1.9** На сколько процентов увеличится давление газа, если его объем при изотермическом сжатии уменьшился на 20%?

**2.1.10** Под каким давлением нужно наполнить воздухом баллон емкостью 10 л, чтобы при соединении его с баллоном емкостью 30 л, содержащим воздух под давлением 1 атм, установилось общее давление 2 атм?

**2.1.11** Два сосуда, наполненные воздухом под давлением 0,8 МПа и 0,6 МПа, имеют объем 3 л и 5 л соответственно. Сосуды соединяют трубкой. Найти установившееся давление в сосудах, если температура воздуха в них была одинакова и после установления равновесия не изменилась.

**2.1.12** Из баллона со сжатым кислородом израсходовали столько кислорода, что его давление упало от 1 кН/см2 до 0,8 кН/см2. Найти массу израсходованного газа. Темпеpатуpа 400 К. Объем баллона 0,5 м3.

**2.1.13** Баллон вместимостью *V* = 20 л заполнен кислородом при темпеpатуpе *Т* = 350 К. На сколько понизилось давление в баллоне после того, как израсходовали ∆*m* = 1 г газа. Процесс считать изотермическим.

**2.1.14** В баллоне объемом *V* = 25 л находится водород при темпеpатуpе *Т*= 290 К. После того, как часть газа израсходовали, давление понизилось на ∆*p* = 0,4 МПа. Опpеделить массу израсходованного газа.

**2.1.15** Какое давление создают 2 г азота, занимающие объем 820 см3 при температуре 70С?

**2.1.16** Определить количество вещества и массу водорода, находящегося в сосуде объемом 50 м3 под давлением 767 мм рт.ст. при температуре 180С.

**2.1.17** В баллоне объемом 10 л находится гелий под давлением 1 МПа при температуре 300 К. После того, как из баллона было взято 10 г гелия, температура в баллоне понизилась до 290 К. Определить давление гелия, оставшегося в баллоне.

**2.1.18** Азот массой 7 г находится под давлением 0,1 МПа при температуре 290 К. Вследствие изобарного нагревания азот расширился до объема 10 л. Определить объем газа до расширения и температуру газа после расширения.

**2.1.19** Газ при давлении 32 кПа и температуре 290 К занимает объем 87 л. Найти объем газа при нормальных условиях.

**2.1.20** При какой температуре давление 240 л водорода равно 126,6 кПа, если при нормальных условиях тот же газ занимает объем 364 л? Найти массу газа.

Раздел 2.2 Теплоемкость идеального газа

**2.2.1** Определить молярную массу двухатомного газа и его удельные и молярные теплоемкости при постоянном давлении и постоянном объеме, если известно, что разность удельных теплоемкостей этого газа равна 260 Дж/(кг·К).

**2.2.2** Найти удельные *cp* и *cV,* а также молярные *Cμp* и *CμV* теплоемкости углекислого газа.

**2.2.3** В сосуде вместимостью 6 л находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость этого газа при постоянном объеме и постоянном давлении.

**2.2.4** Определить молярную массу газа, если разность его удельных теплоемкостей равна 2,08 кДж/(кг·К).

**2.2.5** Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости *cV* = 10,4 кДж/(кг·К) и *cp* = 14,6 кДж/(кг·К).

**2.2.6** Найти удельные и молярные теплоемкости азота при постоянном объеме и постоянном давлении.

**2.2.7** Найти удельные и молярные теплоемкости гелия при постоянном объеме и постоянном давлении.

**2.2.8** Вычислить молярные и удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса *M* = 0,004г/моль и отношение теплоемкостей *Сp/CV* = 1,67. Что это за газ?

**2.2.9** Трехатомный газ под давлением 240 кПа при температуре 293 К занимает объем 10 л. Определить теплоемкости этого газа при постоянном давлении и постоянном объеме.

**2.2.10** Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем 5 л. Вычислить теплоемкости этого газа при постоянном объеме им постоянном давлении.

**2.2.11** Молярная масса газа *M* = 0,017 кг/моль, отношение теплоемкостей *Cp/CV* = 1,33. Вычислить по этим данным молярные и удельные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении.

**2.2.12** Определить удельные и молярные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении газообразного оксида углерода *CO*.

**2.2.13** Молекула газа состоит из двух атомов; разность удельных теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме равна 260 Дж/(кг·К). Найти молярную массу газа и его удельные теплоемкости *cp* и *cV*.

**2.2.14** Вычислить удельные и молярные теплоемкости неона при постоянном объеме и постоянном давлении.

**2.2.15** Вычислить удельные и молярные теплоемкости водорода при постоянном объеме и постоянном давлении.

**2.2.16** Чему равны удельные теплоемкости и некоторого двухатомного газа, если плотность этого газа при нормальных условиях равна 1,43 кг/м3? Найти молярные теплоемкости этого газа.

**2.2.17** Найти молярные и удельные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении некоторого газа, если известно, что его молярная масса *M* = 0,03 кг/моль и отношение *Cp/CV*= 1,4.

**2.2.18** Найти для кислорода молярные и удельные теплоемкости при постоянном давлении и постоянном объеме, а также их отношение.

**2.2.19** Найти молярную и удельную теплоемкость кислорода при постоянном давлении. Какое количество теплоты надо сообщить 12 г кислорода, чтобы изобарно нагреть его на 50˚?

**2.2.20** Найти молярную и удельную теплоемкость азота при постоянном объеме. Какое количество теплоты надо сообщить 14 г азота, чтобы нагреть его изохорно на 50˚?

Раздел 2.3 Термодинамика идеального газа.

**2.3.1** Найти количество теплоты, работу и изменение внутренней энергии при адиабатном расширении воздуха, если его объем увеличился в 10 раз. Начальная температура 15˚С, масса *m* = 0,28 кг. Построить диаграмму процесса в координатах *p-V*.

**2.3.2** Кислород при неизменном давлении 80 кПа нагревается. Его объем увеличивается от 1 м3 до 3 м3. Определить изменение внутренней энергии, работу, а также теплоту, сообщенную газу. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.3** Азот массой 5 кг был изобарно нагрет на 150 К. Найти количество теплоты, сообщенное газу, изменение внутренней энергии, совершенную газом работу. Построить график процесса в координатах *p-V.*

**2.3.4** Объем водорода при изотермическом расширении (*Т* = 300 К) увеличился в 3 раза. Определить изменение внутренней энергии, работу, совершенную газом и полученное им количество теплоты. Масса водорода равна 200 г. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.5** Водород массой 40 г, имевший темпеpатуpу 300 К, адиабатно расширяется, увеличив объем в 3 раза. Определить полную работу, совершенную газом, количество теплоты и изменение внутренней энергии газа. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.6** Определить количество теплоты, поглощаемой водородом массой 0,2 кг при нагревании его от 0˚С до 100˚С при постоянном давлении. Найти также изменение внутренней энергии газа и совершаемую им работу. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.7** Во сколько раз увеличится объем водорода, содержащий количество вещества 0,4 моль, при изотермическом расширении, если при этом газ получил 800 Дж теплоты? *Т* = 300 К. Найти также работу и изменение внутренней энергии газа. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.8** Кислород массой 160 г нагревают при постоянном давлении от 320 до 340 К. Определить количество теплоты, поглощенное газом, изменение внутренней энергии и работу расширения газа. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.9** Определить количество теплоты, которое надо сообщить кислороду объемом 50 л при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на 0,5 МПа. Найти также работу и изменение внутренней энергии газа. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.10** При изотермическом расширении азота при температуре 280 К его объем увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу, 2) изменение его внутренней энергии, 3) количество теплоты, полученное газом. Построить график процесса в координатах *p-V*. Масса азота 0,2 кг*.*

**2.3.11** Какое количество теплоты требуется для того, чтобы воздух массой 5 г от температуры 17˚С нагреть при постоянном давлении настолько, чтобы его объем увеличился в два раза? Найти также работу и изменение внутренней энергии газа. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.12** 1,43 кг воздуха занимают при 00С объем 0,5 м3. Воздуху сообщили некоторое количество теплоты, и он изобарно расширился до объема 0,55 м3. Найти совершенную при расширении работу, количество поглощенной теплоты и изменение внутренней энергии газа. Построить график процесса в координатах *p-V.*

**2.3.13** Азот, находящийся при нормальных условиях, расширяется адиабатически, увеличивая свой объем в 5 раз. Количество вещества азота 10 молей. Найти изменение внутренней энергии газа и совершенную им работу, теплоту, сообщенную газу, и построить график процесса в координатах *p-V.*

**2.3.14** В теплоизолированном цилиндре с поршнем находится 0,2 кг азота при темпеpатуpе 293 К. Азот, расширяясь, совершает работу 4470 Дж. Найти изменение внутренней энергии азота и его темпеpатуpу после расширения. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.15** Какая работа *А* совершается при изотермическом расширении водорода массой *m* = 5 г, взятого при темпеpатуpе *Т* = 290 К, если объем газа увеличивается в три раза? Найти также сообщенное газу количество теплоты и изменение внутренней энергии газа. Построить график процесса в координатах *p-V.*

**2.3.16** Азот массой 2 кг охлаждают при постоянном давлении от 400 до 300 К. Определить изменение внутренней энергии, работу газа и количество теплоты. Построить график процесса в координатах *p-V.*

**2.3.17** Гелий занимает объем *V* = 1 м3 при давлении *p*1 = 0,1 МПа. Его нагрели при постоянном объеме до давления *p*2 = 0,5 МПа. Определить изменение внутренней энергии Δ*U* газа, работу *A*, совершенную им, и количество теплоты *Q*, сообщенное газу.

**2.3.18** Кислород массой *m* = 10 г находится под давлением *p* = 300 кПа и при температуре *t*1 = 100C. После нагревания при постоянном давлении газ занял объем *V*2 = 10 л. Найти количество теплоты *Q*, полученное газом, приращение внутренней энергии Δ*U* и работу *A*, совершенную газом. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.19** Кислород массой *m* = 50 г, имевший температуру *T =*300 К, адиабатно расширился, увеличив объем в три раза. Найти работу *A,* изменение внутренней энергии Δ*U* и количество теплоты *Q* процесса. Построить график процесса в координатах *p-V*.

**2.3.20** Какая работа *A* совершается при изотермическом расширении водорода массой *m* = 10 г , взятого при температуре *T* = 300 К, если объем газа увеличивается в 2,72 раза? Определить изменение внутренней энергии Δ*U* и количество теплоты *Q* процесса. Построить график процесса в координатах *p-V*.

Раздел 2.4 Тепловые машины

**2.4.1** Определить, на сколько процентов изменится КПД цикла Карно при понижении температуры холодильника от 404 К до 394 К. Темпеpатуpа нагревателя 804 К. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.2** Газ совершает цикл Карно. Температура теплоотдатчика в три раза выше, чем температура теплоприемника. Теплоотдатчик передал газу 41,9 кДж теплоты. Какую работу совершил газ? Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.3** Тепловая машина работает по циклу Карно. Темпеpатуpа нагревателя в три раза выше темпеpатуpы холодильника. Количество теплоты, переданное нагревателем газу, 30 кДж. Какую работу совершил газ? Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.4** Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура холодильника *Т*2 в два раза ниже температуры нагревателя *Т*1. Во сколько раз увеличится КПД машины, если температуру нагревателя увеличить вдвое? Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.5** Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура нагревателя *Т*1 в 3 раза выше температуры холодильника *Т*2. Во сколько раз увеличилась температура нагревателя *Т*1 при неизменной температуре *Т*2, если КПД цикла вырос на 15%? Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T.*

**2.4.6** Газ совершает цикл Карно. Температура теплоотдатчика в два раза выше температуры теплоприемника. Теплоотдатчик передал газу *Q*1 = 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ? Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T.*

**2.4.7** Идеальный газ совершает цикл Карно. Темпеpатуpа *Т*1 теплоотдатчика в четыре раза (*n* = 4) больше темпеpатуpы теплоприемника. Какую долю *w* количества теплоты, полученного за один цикл от теплоотдатчика, газ отдаст теплоприемнику? Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.8** Определить работу *А*2 изотермического сжатия газа, совершающего цикла Карно, КПД которого *η* = 0,4, если работа изотермического расширения равна *А*1 = 8 Дж. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.9** Газ, совершая цикл Карно, отдал теплоприемнику теплоту *Q*2 = 14 кДж. Определить темпеpатуpу *Т*1 теплоотдатчика, если при темпеpатуpе теплоприемника *Т*2 = 280 К работа цикла *А* = 6 кДж. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.10** Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту *Q*1 = 4,38 кДж и совершил работу *А* = 2,4 кДж. Опpеделить темпеpатуpу теплоотдатчика, если темпеpатуpа теплоприемника *Т*2 = 273 К. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T.*

**2.4.11** Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику 67 % теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить темпеpатуpу *Т*2 теплоприемника, если темпеpатуpа теплоотдатчика *Т*1 = 430 К. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.12** Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от *Т*1 = 380 К до *Т*1 = 560 К? Температура теплоприемника *Т*2 = 280 К. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.13** В цилиндре двигателя внутреннего сгорания при работе образуется газы, температура которых 727˚С. Температура отработанного газа 100˚С. Двигатель расходует в час 36 кг топлива, теплота сгорания которого 4,2·107 Дж/кг. Какую максимальную полезную мощность может развить этот двигатель?

**2.4.14** Во сколько раз максимально возможный КПД двигателя внутреннего сгорания больше, чем максимально возможный КПД паровой машины, работающей на перегретом паре с температурой 300˚С, если температура газов в цилиндре двигателя достигает 1000˚С? Отработанные газы и пар имеют одинаковую температуру 100˚С.

**2.4.15** Определить работу изотермического расширения газа, совершающего цикл Карно с КПД 50%, если работа изотермического сжатия 10 Дж. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T.*

**2.4.16** Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. При этом 80% тепла, полученного от нагревателя, передается холодильнику. Количество тепла, получаемое от нагревателя, равно 3,5 кДж. Найти КПД цикла и работу, совершенную при полном цикле. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.17** Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика *Т*1 = 500 К, температура теплоприемника *Т*2 = 250 К. Определить термический КПД цикла, а также работу *А*1 рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа *А*2 = 70 Дж. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.18** Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту *Q*1 = 84 кДж. Определить работу *А* газа, если темпеpатуpа *Т*1 теплоотдатчика в три раза выше темпеpатуpы *Т*2 теплоприемника. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T.*

**2.4.19** В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту *Q*1 = 500 Дж и совершил работу *А* = 100 Дж. Темпеpатуpа теплоотдатчика *Т*1 = 400 К. Определить темпеpатуpу *Т*2 теплоприемника. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

**2.4.20** Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Темпеpатуpа нагревателя 17˚С, темпеpатуpа холодильника -10˚С. Найти КПД цикла и количество теплоты, полученное от нагревателя за один цикл, если совершаемая за один цикл работа равна 37 кДж. Изобразить цикл Карно в координатах *p-V* и *S-T*.

Раздел 2.5 Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля

**2.5.1** Точечные заряды *Q*1 = 20 мкКл и *Q*2 = -20 мкКл находятся на расстоянии *d* = 10 см друг от друга. Определить напряженность поля *Е* и потенциал *ϕ* в точке, удаленной от первого заряда на расстояние *r*1 = 14 см, а от второго – на *r*2 = 12 см.

**2.5.2** В двух вершинах равностороннего треугольника со сторонами *а* = 10 см находятся заряды *Q*1 = *Q*2 = 2 нКл. Определить напряженность и потенциал поля этих зарядов в третьей вершине.

**2.5.3** В трех вершинах квадрата со стороной *а* = 10 см находятся одинаковые по модулю заряды *Q*1 = *Q*3 = +40 нКл, *Q*2 = -40 нКл. Определить напряженность *Е* и потенциал *ϕ* в четвертой вершине.

**2.5.4** В двух вершинах острых углов равнобедренного прямоугольного треугольника со сторонами *а*1 = *а*2 = *а* = 15 см, *d* = 0,21м находятся точечные заряды *Q*1 = +20 нКл и *Q*2 = -20 нКл. Определить напряженность и потенциал поля этих зарядов в вершине прямого угла.

**2.5.5** Два разноименные точечные заряды *Q*1 = +20 мкКл и *Q*2 = -20 мкКл находятся на расстоянии 5 см друг от друга. Найти напряженность и потенциал поля этих зарядов в точке, удаленной от первого заряда на расстояние *r*1 = 3 см, а от второго – на 4 см.

**2.5.6** Два точечных заряда *Q*1 = 1 нКл и *Q*2 = -2 нКл находятся в воздухе на расстоянии *d* = 10 см друг от друга. Определить напряженность *Е* и потенциал *ϕ* поля этих зарядов в точке *А*, удаленной от заряда *Q*1 на расстояние *r*1 = 9 см и от заряда *Q*2 – на *r*2 = 7 см.

**2.5.7** Два точечных заряда *Q*1 = +40 нКл и *Q*2 = +90 нКл закреплены на расстоянии 100 см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, напряженность *Е* поля этих зарядов равна нулю. Чему равен потенциал поля в этой точке.

**2.5.8** Два точечных заряда *Q*1 = -10 нКл и *Q*2 = +90 нКл закреплены на расстоянии *ℓ* = 100 см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, напряженность *Е* поля этих зарядов равна нулю. Чему равен потенциал *ϕ* поля в этой точке.

**2.5.9** Два точечных заряда *Q*1 = +10 нКл и *Q*2 = -90 нКл закреплены на расстоянии *ℓ* = 10 см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды напряженность *Е* поля этих зарядов равна нулю. Чему равен потенциал *ϕ* поля в этой точке.

**2.5.10** В трех вершинах квадрата со стороной *а* = 10 см находятся заряды *Q*1 = -20 нКл, *Q*2 = -20 нКл, *Q*3 = -20 нКл. Найти напряженность поля *Е* и потенциал *ϕ* в четвертой вершине.

**2.5.11** Поле образовано точечным диполем с электрическим моментом 200 пКл⋅см. Определить разность потенциалов двух точек поля, расположенных симметрично относительно диполя на его оси на расстоянии 40 см от центра диполя.

**2.5.12** Два точечных заряда +*Q* и -9*Q* закреплены на расстоянии *ℓ* = 50 см друг от друга. Третий заряд +*Q* может перемещаться только вдоль прямой, проходящей через заряды. Определить положение заряда *Q*1, при котором он будет находиться в равновесии.

**2.5.13** Расстояние между зарядами *Q*1 = 40 нКл и *Q*2 = -60 нКл равно 5 см. Определить силу *F*, действующую на заряд *Q*3 = 1 мкКл, отстоящий на расстояние *r*1 = 6 см от заряда *Q*1 и на *r*2 = 5 см от заряда *Q*2.

**2.5.14** Точечные заряды *Q*1 = 10 мкКл и *Q*2 = 5 мкКл находятся на расстоянии *d* = 5 см друг от друга. Определить силу *F*, действующую на точечный заряд *Q* = 1 мкКл, находящийся в точке, удаленной на расстояние *r*1 = 3 см от первого заряда и на *r*2 = 4 см от второго.

**2.5.15** Три одинаковых точечных заряда *Q*1 = *Q*2 = *Q*3 = 10-9 Кл находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной *а* = 5 см. Определить силу, действующую на заряд *Q*3 со стороны двух других.

**2.5.16** Два положительных точечных заряда *Q*1 = +4*q* и *Q*2 = +*q* закреплены на расстоянии *ℓ* = 15 см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий положительный заряд так, чтобы он находился в равновесии.

**2.5.17** Два точечных заряда *Q*1 = 1 нКл и *Q*2 = -2 нКл находятся в воздухе на расстоянии *d* = 10 см друг от друга. Определить силу *F*, действующую на третий заряд *Q*3 = -1 нКл, находящийся в точке, удаленной на расстояние *r*1 = 9 см от заряда *Q*1 и *r*2 = 7 см – от заряда *Q*2.

**2.5.18** Три точечных заряда *Q*1 = *Q*3 = +2нКл и *Q*2 = -2 нКл находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной *а* = 4 см. Определить силу, действующую на заряд *Q*2 со стороны двух других.

**2.5.19** Три заряда *Q*1 = *Q*2 = +1 мкКл и *Q*3 = -1 мкКл находятся в вершинах прямоугольного равнобедренного треугольника с боковыми сторонами по 5 см. Определить силу, действующую на заряд *Q*3, находящийся в вершине прямого угла, со стороны двух других.

**2.5.20** Два точечных заряда по +25 нКл каждый, расположенные на расстоянии 24 см друг от друга, образуют электрическое поле. С какой силой это поле действует на заряд -2 нКл, помещенный в точку, удаленную на 15 см от каждого заряда. Заряды одноименные.

Раздел 2.6 Электроемкость конденсаторов, энергия электростатического поля

**2.6.1** К источнику тока с ЭДС 200 В подключены два последовательно соединенные между собой конденсаторы емкостями *С*1 = 3 пФ и *С*2 = 4пФ. Определить заряд *Q*, напряжение на пластинах конденсаторов *U*1 и *U*2, энергию поля каждого конденсатора.

**2.6.2** К батарее с ЭДС 200 В подключены параллельно два плоских конденсатора емкостями *С*1 = 2 пФ и *С*2 = 3пФ. Определить заряд каждого конденсатора, напряжение на пластинах конденсаторов и энергию каждого конденсатора.

**2.6.3** Два конденсатора одинаковой емкости *C*1 = *C*2 = 5 мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС 80 В. Определить заряд на каждом конденсаторе *Q*, энергию поля *W* в каждом конденсаторе, напряженность поля *Е* между обкладками конденсаторов, если расстояние между ними *d* = 2 мм.

**2.6.4** Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом *R* = 5 см каждая. Расстояние между пластинами *d* = 2 мм. Конденсатор присоединен к источнику напряжения *U* = 60 В. Определить заряд *Q*, напряженность *Е* и энергию *W* поля конденсатора.

**2.6.5** Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора *U* = 300 В. Площадь каждой пластины *S* = 200 см2, расстояние между ними *d* = 1,5 мм, пространство между пластинами заполнено диэлектриком (*ε* = 2). Определить заряд конденсатора *Q*, напряженность поля между обкладками конденсатора *Е* и энергию *W*.

**2.6.6** Плоский конденсатор с площадью пластин *S* = 100 см2, расстояние между которыми *d* = 10 мм, заряжен до разности потенциалов 2 кВ. Диэлектрик – парафин. Определить заряд конденсатора *Q*, напряженность поля конденсатора *Е* и объемную плотность энергии *w*.

**2.6.7** Конденсаторы емкостью *С*1 = 6 мкФ и *С*2 = 12 мкФ заряжены до напряжений *U*1 = 60 В и *U*2 = 120 В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими одноименные заряды. На сколько изменилась энергия электрического поля в первом конденсаторе?

**2.6.8** Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 80 В, площадь каждой пластины 40 см2, заряд 1 нКл. На каком расстоянии *d* друг от друга находятся пластины? Чему равна напряженность поля конденсатора *Е* и объемная плотность энергии *w*?

**2.6.9** Определить общую емкость *С* трех плоских воздушных конденсаторов, соединенных параллельно. Геометрические размеры конденсаторов одинаковы (*S* = 300 см2, *d* = 2 мм). Как изменится емкость батареи конденсаторов, если пространство одного конденсатора заполнить слюдой (*ε* = 7), а другого – парафином (*ε* = 2)?

**2.6.10** Разность потенциалов между обкладками плоского конденсатора *U* = 200 В, расстояние между обкладками *d* = 1 мм, заряд *Q* = 20 нКл. Определите площадь пластин *S* и энергию поля *W* конденсатора.

**2.6.11** Разность потенциалов между обкладками плоского конденсатора *U* = 100 В. Расстояние между пластинами *d* = 1 мм, площадь пластины 50 см2, заряд *Q* = 10 нКл. Определите энергию поля конденсатора *W* и напряженность этого поля *Е*.

**2.6.12** Два конденсатора емкостью 6 мкФ и 12 мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС *ℰ* = 80 В. Определите разность потенциалов *U*1 и *U*2 между их обкладками и энергию поля конденсаторов *W*1 и *W*2.

**2.6.13** К батарее с ЭДС *ℰ* = 400 В подключены два плоских конденсатора *С*1 = 2 пФ и *С*2 = 4 пФ. Определить заряд и напряжение на пластинах конденсаторов при их последовательном и параллельном соединении.

**2.6.14** На пластинах плоского конденсатора находится заряд *Q* = 8 нКл. Площадь каждой пластины конденсатора 100 см2, расстояние между ними 2 мм, диэлектрик – воздух. Определить разность потенциалов между пластинами и объемную плотность энергии поля конденсатора.

**2.6.15** Емкость батареи конденсаторов, образованной двумя последовательно соединенными конденсаторами, *С* = 50 пФ, а заряд *Q* = 20 нКл. Определить емкость второго конденсатора *С*2, разность потенциалов на обкладках каждого конденсатора *U*1, *U*2, а также энергию поля в каждом конденсаторе *W*1 и *W*2, если емкость первого конденсатора *С*1 = 100 пФ.

**2.6.16**  Два конденсатора, емкости которых *С*1 = 2 мкФ и *С*2 = 6 мкФ, соединены последовательно и подключены к источнику тока, ЭДС которого *ℰ* = 10 В. Определить разность потенциалов на пластинах каждого конденсатора *U*1, *U*2 и энергию поля *W*1, *W*2 конденсаторов.

**2.6.17** Два одинаковых плоских конденсатора емкостью 2 мкФ соединены последовательно и подключены к напряжению *U* = 120 В. Определить разность потенциалов *U*1 и *U*2 на пластинах каждого конденсатора, их заряд и энергию поля в каждом из конденсаторов.

**2.6.18** Два конденсатора емкостью 6 мкФ и 12 мкФ соединены параллельно и присоединены к батарее с ЭДС *ℰ* = 80 В. Определите разность потенциалов между их обкладками, заряд каждого конденсатора и энергию поля конденсаторов *W*1 и *W*2.

**2.6.19** Два конденсатора одинаковой емкости *C*1 = *C*2 = 5 мкФ соединены параллельно и присоединены к батарее с ЭДС 80 В. Определить заряд на каждом конденсаторе *Q*, энергию поля *W* в каждом конденсаторе, напряженность поля *Е* между обкладками конденсаторов, если расстояние между ними *d* = 2 мм.

**2.6.20** К батарее с ЭДС 200 В подключены последовательно два плоских конденсатора емкостями *С*1 = 2 пФ и *С*2 = 3пФ. Определить заряд каждого конденсатора, напряжение на пластинах конденсаторов и энергию каждого конденсатора.

Раздел 2.7 Работа, энергия, мощность электрического тока

**2.7.1** Три лампы с сопротивлениями 240 Ом каждая соединены параллельно и включены в сеть с напряжением 220В. Определить мощность *Р*, потребляемую всеми лампами, и энергию *W*, израсходованную за 6 ч горения ламп.

**2.7.2** Источник тока замыкается один раз на сопротивление 4 Ом, другой – на сопротивление 16 Ом. В том и другом случае в сопротивлениях в единицу времени выделяется одинаковое количество теплоты. Определить внутреннее сопротивление источника тока.

**2.7.3** Определить полную мощность батареи при сопротивлении внешней цепи *R* = 50 Ом, если внутреннее сопротивление *r* = 20 Ом, а напряжение на его зажимах 100 В.

**2.7.4** ЭДС батареи 14 В. При силе тока 3 А КПД электрической цепи *η* = 0,7. Определить внутреннее сопротивление батареи *r*.

**2.7.5** Источник с ЭДС *ℰ* = 12 В и внутренним сопротивлением *r* = 10 Ом замкнут на сопротивление *R* = 50 Ом. Какое количество теплоты выделяется во внешней цепи в единицу времени?

**2.7.6**  К источнику с ЭДС 15 В подключена нагрузка. Напряжение на зажимах источника *U* = 5 В. Определить КПД установки.

**2.7.7** Два параллельно соединенных резистора с сопротивлениями *R*1 = *R*2 = 40 Ом каждый соединены с источником тока, внутреннее сопротивление которого *r* = 5 Ом. Определить КПД установки.

**2.7.8** Определить величину силы тока *I* в цепи аккумулятора, если его ЭДС *ℰ* = 8 В, внешнее сопротивление *R* = 14 Ом и КПД схемы равен *η* = 70%.

**2.7.9** От батареи, состоящей из шести последовательно соединенных элементов, ЭДС каждого из которых *ℰ*1 = 1,5 В и внутреннее сопротивление *r*1 = 2 Ом, питаются две последовательно включенные лампочки с сопротивлениями по 12 Ом. Определить КПД установки.

**2.7.10** К источнику тока с внутренним сопротивлением *r* = 1,5 Ом подключаются два одинаковых сопротивления по *R* = 4 Ом. Один раз сопротивления подключаются последовательно друг с другом, а другой раз – параллельно. Найти отношение мощностей, выделяющихся во внешней цепи в первом и во втором случаях.

**2.7.11** Батарея, ЭДС которой *ℰ* = 120 В и внутреннее сопротивление *r* = 3 Ом, замкнута на внешнее сопротивление *R* = 21 Ом. Определить полезную мощность, общую мощность и КПД батареи.

**2.7.12** Два проводника с сопротивлениями *R*1 = 10 Ом и *R*2 = 14 Ом соединены параллельно и подключены к источнику электрического тока. В первом проводнике за некоторое время в виде тепла выделяется 18 кДж энергии. Какое количество теплоты выделилось во втором проводнике за это же время?

**2.7.13** Источник тока, ЭДС которого равна 3 В, дает во внешнюю цепь силу тока 2 А. Внутреннее сопротивление источника 0,4 Ом. Определить КПД источника.

**2.7.14** Две лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки 360 Ом, второй – 240 Ом. Какая из лампочек поглощает большую мощность и во сколько раз?

**2.7.15**  ва проводника с сопротивлениями *R*1 = 50 Ом и *R*2 = 30 Ом включены в сеть с напряжением 160 В. Проводники соединены последовательно. На каком проводнике за *t* = 1 с выделяется большее количество теплоты и во сколько раз?

**2.7.16** Три лампы с сопротивлениями 240 Ом каждая соединены последовательно и включены в сеть с напряжением 220В. Определить мощность *Р*, потребляемую всеми лампами, и энергию *W*, израсходованную за 6 ч горения ламп.

**2.7.17** Каково сопротивление нагревателя электрического чайника, если при включении чайника в сеть напряжением 220 В нагреватель потребляет мощность 1,4 кВт.

**2.7.18** Две лампочки включены в сеть последовательно. Сопротивление первой лампочки 360 Ом, второй – 240 Ом. Какая из лампочек поглощает большую мощность и во сколько раз?

**2.7.19** Два проводника с сопротивлениями *R*1 = 50 Ом и *R*2 = 30 Ом включены в сеть с напряжением 160 В. Проводники соединены параллельно. На каком проводнике за *t* = 1 с выделяется большее количество теплоты и во сколько раз?

**2.7.20** Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В и потребляет силу тока 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 20 м за 55 с.

Раздел 2.8 Правила Кирхгофа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **2.8.1** | *ℰ* = 5 В | ***+ -***  *R*3  *R*1  *R*2  *R*4  *G*  *I* |  |
|  | *R*1 = 60 Ом |  |
|  | *R*2 = 90 Ом |  |
|  | *R*3 = 100 Ом |  |
|  | *I*г = 0 |  |
|  | *R*г = 0 |  |
|  | *r* = 0 |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  | *I*3 - ? *I*4 - ? *I* - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.2** | *R* = 10 Ом | *ℰ*2  *ℰ*1  *r*2  *r*1  *I*  *R* |  |
|  | *ℰ*1 = 4,2 B |  |
|  | *ℰ*2 = 2,4 B |  |
|  | *r*1 = 1 Ом |  |
|  | *r*2 = 0,4 Ом |  |
|  | *I* - ? *U* - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.3** | *ℰ*1 = 6 В | - +  *R*  *I*  + - |  |
|  | *ℰ*2 = 3 B |  |
|  | *r*1 = 0,5 Ом |  |
|  | *r*2 = 1,5 Ом |  |
|  | *R* = 30 Ом |  |
|  | *I* - ? *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.4** | *ℰ*1 = 18 В | - +  + -  *ℰ*1, *r*1  *I*  *R*  *ℰ*2, *r*2 |  |
|  | *r*1 = 3 Ом |  |
|  | *ℰ*2 = 24 B |  |
|  | *r*2 = 6 Ом |  |
|  | *R* = 36 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? *I* - ? |  |
|  | | | |
|  | | | |
| **2.8.5** | *R*1 = 12 Ом | ***- +***  ***- +***  *ℰ*2  *R*3  *R*1  *R*2  *ℰ*1 |  |
|  | *R*2 = 6 Ом |  |
|  | *R*3 = 4 Ом |  |
|  | *ℰ*1 = 4,4 В |  |
|  | *I*3 =1 A |  |
|  | *ℰ*2 -? |  |
|  | | | |
|  | | | |
| **2.8.6** | *ℰ*1 = 12 В | *+*  -  *A*  *+*  -  *B*  *ℰ*1  *ℰ*2  *R*1  *R*2  *R*3 |  |
|  | *ℰ*2 = 9 B |  |
|  | *R*1 = 6 Ом |  |
|  | *R*2 = 9 Ом |  |
|  | *R*3 = 12 Ом |  |
|  | *UAB* - ? |  |
|  | | | |
|  | | | |
| **2.8.7** | *ℰ*1 = 9 В | *-*  +  *-*  +  *ℰ*1  *ℰ*2  *R*1  *R*2  *R*3 |  |
|  | *ℰ*2 = 12 B |  |
|  | *R*1 = 6 Ом |  |
|  | *R*2 = 12 Ом |  |
|  | *R*3 = 9 Ом |  |
|  | *I*3 - ? |  |
|  | | | |
|  | | | |
| **2.8.8** | *ℰ*1 = 7 В |  |  |
|  | *ℰ*2 = 6 B | *+*  -  *+*  -  *ℰ*1  *r*1  *R*,  *I*  *ℰ*2  *r*2 |  |
|  | *r*1 = 2 Ом |  |
|  | *r*2 = 3 Ом |  |
|  | *R* = 9 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  | *I* - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.9** | *ℰ*1 = 60 В | *ℰ*1  *R*1  *R*3  *+*  -  *+*  -  *R*2  *ℰ*2 |  |
|  | *ℰ*2 = 200 B |  |
|  | *R*1 = *R*2 = 80 Ом |  |
|  | *R*3 = 400 Ом |  |
|  | *I*1 - ? |  |
|  |  |  |
|  | | | |
|  | | | |
| **2.8.10** | *ℰ*1 = 20 В | *ℰ*2  *ℰ*1  *R*1  *R*3  -  +  *R*2  -  + |  |
|  | *ℰ*2 = 15 B |  |
|  | *R*1 = 10 Ом |  |
|  | *R*2 = 5 Ом |  |
|  | *R*3 = 2 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  | *I*3 - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.11** | *ℰ*1 = *ℰ*2 = 6 В | ***+ -***  ***+ -***  *ℰ*2, *r*2  *R*1  *R*2  *ℰ*1, *r*1 |  |
|  | *r*1 = *r*2 = 2 Ом |  |
|  | *R*1 = 1 Ом |  |
|  | *R*2 = 3 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  | | | |
|  | | | |
| **2.8.12** | *ℰ*1 = *ℰ*2 = *ℰ*3 = 5 В | *ℰ*2  *+*  -  *+*  -  *ℰ*1  *ℰ*3  *R*1  *R*2  *R*3  *-*  + |  |
|  | *R*1 = 20 Ом |  |
|  | *R*2 = 12 Ом |  |
|  | *U*2 = 6 B |  |
|  | *R*3 - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.13** | *ℰ*1 = 21 В | *ℰ*1  *ℰ*2  *R*1  *R*3  -  +  *R*2  - + |  |
|  | *ℰ*2 = 19 B |  |
|  | *R*1 = 50 Ом |  |
|  | *R*2 = 40 Ом |  |
|  | *R*3 = 20 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  | *U*3 - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.14** | *ℰ*1 = 4 В | ***+ -***  ***+ -***  *ℰ*2  *R*3  *R*1  *R*2  *ℰ*1 |  |
|  | *ℰ*2 = 8 B |  |
|  | *R*1 = *R*2 = 10 Ом |  |
|  | *R*3 = 5 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  | *I*3 - ? *U*2 - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.15** | *ℰ*1 = 20 В | *A*  *B*  *ℰ*1, *r*1  *ℰ*2, *r*2  *R*, *I* |  |
|  | *ℰ*2 = 10 B |  |
|  | *r*1 = 1 Ом |  |
|  | *r*2 = 2 Ом |  |
|  | *R*3 = 40 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I* - ? *UAB* - ? |  |
|  | | | |
|  |  |  |  |
| **2.8.16** | *R*1 = 100 Ом | *R*3  *ℰ*1  *ℰ*2  *R*2  *R*1 |  |
|  | *R*2 = 20 Ом |  |
|  | *R*3 = 50 Ом |  |
|  | *ℰ*2 = 2 B |  |
|  | *I*2 = 50 мА |  |
|  | *ℰ*1 - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.17** | *ℰ*1 = 3 В | *ℰ*1  *ℰ*2  *R*1  *R*3  -  +  *R*2  + - |  |
|  | *ℰ*2 = 2 B |  |
|  | *R*1 = 45 Ом |  |
|  | *R*2 = 20 Ом |  |
|  | *R*3 = 20 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  | *I*3 - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.18** | *ℰ*1 = *ℰ*2 - ? | *ℰ*1  *ℰ*2  *R*1  *R*  *R*2  + -  + - |  |
|  | *R*1 = *R*2 = 100 Ом |  |
|  | *U* = 150 B |  |
|  | *R* = 150 Ом |  |
|  | *ℰ*1 - ? *ℰ*2 - ? |  |
|  | | | |
|  |  |  |  |
| **2.8.19** | *ℰ*1 = *ℰ*2 = 110 B | *ℰ*1  *ℰ*2  *R*1  *R*, *U*  *R*2  + -  + - |  |
|  | *R*1 = *R*2 = 200 Ом |  |
|  | *R* = 1000 Ом |  |
|  | *U* *-* ? *I* - ? |  |
|  | | | |
| **2.8.20** | *ℰ*1 = *ℰ*2 = 2 В | ***+ -***  ***+ -***  *ℰ*2, *r*2  *R*2, *I*2  *R*1  *ℰ*1, *r*1 |  |
|  | *r*1 = *r*2 = 0,5 Ом |  |
|  | *R*1 = 0,5 Ом |  |
|  | *R*2 = 1,5 Ом |  |
|  | *I*1 - ? *I*2 - ? |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Список рекомендуемой литературы

1. Трофимова, Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. - 13-е изд., стер. / Т.И. Трофимова. – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 558 с.
2. Детлаф, А.А. Курс физики: учеб. пособие для студ. втузов. - 6-е изд., стер. / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. - М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 719 с.
3. Яворский, Б.М.  Справочник по физике / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. – 3-е изд., испр. – М.: Наука, 1990. – 624 с.
4. Механика. Сборник методических указаний для самостоятельной работы студентов БГИТА дневного и заочного обучения. / Брянск. гос. технол. акад. Сост. М.Д. Преженцев, О.В. Рогазинская. – Брянск: БГИТА, 2005. – 66 с.
5. Молекулярная физика и термодинамика. Сборник методических указаний для самостоятельной работы студентов БГИТА дневного и заочного обучения. / Брянск. гос. технол. акад. Сост. В.А. Матанцева, Л.М. Притыченко. – Брянск: БГИТА, 2005. – 33 с.
6. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики: для втузов / В. С. Волькенштейн. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Кн. мир, 2007. – 327 с.
7. Трофимова, Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. – 8-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2007. – 591 с.

Бабкова Элеонора Васильевна

Вощукова Елена Анатольевна

Преженцев Михаил Дмитриевич

Ушакова Тамара Иосифовна

**ФИЗИКА**

Задания к контрольным работам №1 и №2

для студентов заочной формы обучения, проходящих

подготовку по техническим направлениям бакалавриата

Лицензия НД № 14185 от 6.03.2001 г

Формат 60×94 1/16. Тираж 50 экз. Печ. л. – 2,25

Брянская государственная инженерно-технологическая академия.

241037. г. Брянск, пр. Станке Димитрова, 3, редакционно-издательский отдел.

Подразделение оперативной печати

Подписано к печати