

Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик

# ФИЗИКА

10 класс

Самостоятельные  
и контрольные  
работы



Москва  
БИНОМ. Лаборатория знаний  
2020

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я72  
Г34

Авторы:

Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик

Г34 **Генденштейн, Л. Э.** Физика. 10 класс. Самостоятельные и контрольные работы / Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 128 с. : ил. — ISBN 978-5-9963-5680-5.

Настоящий сборник содержит 39 самостоятельных и 5 контрольных работ, по 4 варианта каждая. При составлении заданий использовался *метод исследования ключевых ситуаций*, являющийся методической основой УМК по физике издательства «БИНОМ. Лаборатория знаний» авторов Л. Э. Генденштейна, А. А. Булатовой, И. Н. Корнильева и А. В. Кошкиной. Самостоятельные рассчитаны примерно на 15 мин, контрольные — на урок.

Приведены ответы практически ко всем заданиям. Сборник можно использовать также при работе по УМК других авторов.

Предназначен для всех наименований образовательных организаций: школ, лицеев, гимназий, центров образования и пр.

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я72

---

Генденштейн Лев Элевич, Кирик Леонид Анатольевич

## ФИЗИКА

10 класс

Самостоятельные и контрольные работы

Ведущий редактор *Г. Ершова*. Обложка *Н. Новак*

Технический редактор *Е. Денюкова*. Корректор *О. Кохановская*

Компьютерная вёрстка *А. Борисенко*

Подписано в печать 15.04.20. Формат 70×90/16. Усл. печ. л. 9,36.

Тираж 000 экз. Заказ

ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний»

127473, Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3,

тел. (495) 181-53-44, e-mail: [binom@blbz.ru](mailto:binom@blbz.ru), <http://lbz.ru>, <http://metodist.lbz.ru>

Приобрести книги издательства «БИНОМ. Лаборатория знаний»

можно в магазине по адресу: Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3,

тел. (495) 181-60-77, e-mail: [shop@blbz.ru](mailto:shop@blbz.ru)

Время работы: вторник — суббота с 9 до 19 часов

Заявки на оптовые заказы принимаются Коммерческим департаментом издательства:

тел. (495) 181-53-44, доб. 271, 511, e-mail: [sales@blbz.ru](mailto:sales@blbz.ru)

Отпечатано по заказу АО «ПолиграфТрейд» в

---

ISBN 978-5-9963-5680-5

© ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2020  
© Генденштейн Л. Э., Кирик Л. А., 2020  
© Художественное оформление  
ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2020  
Все права защищены

## К учителю

В этом сборнике содержится по 4 варианта самостоятельных и контрольных работ.

Предложенные здесь самостоятельные и контрольные работы предназначены для классов с изучением физики на углублённом уровне, а также для учеников, которые учатся в классах с изучением физики на базовом уровне, но собираются сдавать ЕГЭ по физике. При подборе заданий самостоятельных и контрольных работ для других учеников классов с изучением физики на базовом уровне учитель руководствуется программой изучения физики на базовом уровне.

В названии каждой работы отражена соответствующая ей учебная тема.

При составлении самостоятельных и контрольных работ использовался *метод исследования ключевых ситуаций*, являющийся методической основой УМК по физике издательства «БИНОМ. Лаборатория знаний» авторов Л. Э. Генденштейна, А. А. Булатовой, И. Н. Корнильева и А. В. Кошкиной.

В соответствии с этим методом во многих заданиях ученикам предлагаются 3 постепенно усложняющихся вопроса (*а, б, в*), относящихся к *одной и той же ситуации*. При этом вопрос *а* сравнительно простой, и правильный ответ на него может быть оценён отметкой «удовлетворительно». Вопрос *б* более сложный. Ученик, давший правильные обоснованные ответы на вопросы *а, б*, может претендовать на оценку «хорошо». Оценка же «отлично» подразумевает правильные обоснованные ответы на вопросы *а, б, в*. Подчеркнём, что это только *рекомендации*, поскольку выставление отметок является прерогативой учителя.

Самостоятельные работы рассчитаны примерно на *15 минут* каждая и являются *дифференцированными по сложности*.

Использовать предлагаемые самостоятельные работы можно разными способами по усмотрению учителя.

Например, можно порекомендовать проводить самостоятельные работы «с отметкой по желанию» — это особенно ценно тем, что основной акцент при выполнении *самостоятельной* работы делается не на контроль, а на *обучение* при *самостоятельной* работе учащегося (для *контроля* предназначены *контрольные* работы).

При проведении самостоятельной работы «с отметкой по желанию» учитель перед началом работы сообщает ученикам, что им не следует бояться ошибок при выполнении работы, потому что все мы учим-

ся на ошибках, причём в основном на своих собственных. Отметки в журнал будут выставлены только тем ученикам, которых устроит отметка, полученная ими при выполнении самостоятельной работы. Педагогическая практика авторов сборника свидетельствует о том, что эффективность обучения при этом значительно увеличивается. Можно предложить ученикам возможность один раз обращаться за консультацией к учителю или нескольким сильным ученикам (они в таком случае освобождаются от выполнения своей работы). Консультация в таком случае должна носить характер «наводящего вопроса», а не прямого ответа на вопрос задачи.

Учитель быстро заметит «белые» горизонталы в классном журнале напротив фамилий учеников, которых не устроили отметки, полученные за выполнение ими самостоятельных работ. Значит, этим ученикам надо уделить дополнительное внимание, в частности, при выполнении последующих самостоятельных работ.

Сборники самостоятельных работ могут храниться в классе и выдаваться ученикам для выполнения работ. Сборники могут находиться и у учеников, что позволит им заранее готовиться к самостоятельным: если какой-либо ученик при этой подготовке перерешает все 4 варианта, это пойдёт ему только на пользу — наша задача ведь *научить*, а не наказывать! В обоих случаях целесообразно удалить (аккуратно вырезать) из сборников страницы с ответами.

Каждая контрольная работа рассчитана на полный урок<sup>1)</sup> и предназначена главным образом для контроля. Задача предшествующих самостоятельных работ — *подготовить* к этому контролю, а не заменять его.

Желаем успехов вам и вашим ученикам!

---

<sup>1)</sup> По усмотрению учителя контрольные работы 3–5 можно разбить на две работы, каждая из которых рассчитана на пол-урока.

## КИНЕМАТИКА

### Самостоятельная работа № 1

#### Траектория, путь и перемещение

##### Вариант 1

1. Часовая стрелка башенных часов имеет длину 80 см.

а) Чему равен модуль перемещения конца стрелки за 12 часов?

б) Чему равен путь, пройденный концом стрелки за 12 часов?

в) За какое время путь, пройденный концом стрелки, будет больше модуля его перемещения в  $\frac{\pi\sqrt{2}}{4}$  раз?

2. Материальная точка переместилась из точки с координатами  $x_1 = 0$ ;  $y_1 = 0$  в точку с координатами  $x_2 = 2$  м;  $y_2 = 2$  м.

а) Чему равен модуль перемещения материальной точки?

б) Чему равен пройденный материальной точкой путь, если её траектория имела форму буквы «Г»?

в) По какой траектории простой формы могла двигаться материальная точка, если пройденный ею путь равен  $\pi \cdot 2\sqrt{2}$  м?

##### Вариант 2

1. Автомобиль едет по дороге, имеющей форму окружности радиусом 100 м.

а) Какой путь проедет автомобиль, совершив 3 полных круга?

б) Какой наименьший путь проедет автомобиль к моменту, когда модуль его перемещения станет равным 200 м?

в) Какой путь проедет автомобиль к моменту, когда пройденный им путь станет больше модуля перемещения в  $\frac{3\pi}{2}$  раз?

2. Турист прошёл по прямой дороге 2 км, повернул под прямым углом и пошёл по другой прямой дороге.

а) Чему будет равен пройденный туристом путь, когда он пройдёт 3 км после поворота?

б) Чему будет равен в этот момент модуль перемещения туриста?

в) Какое расстояние прошёл турист после поворота к моменту, когда модуль его перемещения стал равным 4 км?

### Вариант 3

1. Самолёт взлетел с Северного полюса, полетел вдоль географического меридиана до экватора, затем повернул на восток и пролетел ещё 5 000 км. Примите, что Землю можно считать шаром радиусом 6 400 км.

- а) Какой путь проделал самолёт до поворота?
- б) Чему равен модуль перемещения самолёта?
- в) Какое расстояние после поворота должен пролететь самолёт, чтобы весь пройденный им путь был в 2 раза больше модуля перемещения?

2. Мячик падает с высоты 2 м и отскакивает от пола. После отскока мячик ловят на высоте 1,5 м.

- а) Чему равен пройденный мячиком путь?
- б) Чему равен модуль перемещения мячика?
- в) На какой высоте надо поймать мячик, чтобы пройденный им путь был в 4 раза больше модуля перемещения?

### Вариант 4

1. Автомобиль проехал 10 км на север, а потом 14,14 км на юго-восток.

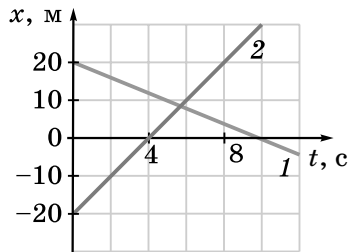
- а) Чему равен пройденный автомобилем путь?
- б) Чему равен модуль перемещения автомобиля?
- в) Чему был равен модуль перемещения автомобиля, когда он проехал 7,07 км после поворота?

2. Длины часовой и минутной стрелок часов равны 10 см каждая. В начальный момент часы показывают 12 часов. Чему равно расстояние между концами стрелок:

- а) через 6 часов;
- б) через 3 часа;
- в) через 4 часа?

**Самостоятельная работа №2****Прямолинейное равномерное движение.  
Сложение скоростей****Вариант 1**

1. На рисунке изображены графики зависимости  $x(t)$  для двух материальных точек, движущихся вдоль оси  $x$ .



- Скорость какой материальной точки больше по модулю?
- Чему равны проекции скоростей материальных точек?
- С какой по модулю скоростью движется вторая материальная точка относительно первой?

2. Расстояние между пристанями А и Б, находящимися на реке, равно 5 км. От пристани А одновременно отплыли плот и моторная лодка. Через 1 ч после отплытия лодка достигла пристани Б, сразу развернулась и вернулась к пристани А в момент, когда плот доплыл до пристани Б. Модуль скорости лодки относительно воды постоянен.

- Через какое время после разворота лодка встретила плот?
- Во сколько раз скорость лодки относительно воды больше скорости течения?
- Чему равна скорость течения реки?

**Вариант 2**

1. Автомобиль ехал по прямой дороге 1 ч со скоростью 60 км/ч, после чего ехал со скоростью 80 км/ч.

- Сколько времени ехал автомобиль со скоростью 80 км/ч, если его средняя скорость оказалась равной 70 км/ч?
- Сколько времени ехал автомобиль со скоростью 80 км/ч, если его средняя скорость оказалась равной 75 км/ч?

в) Какое расстояние проехал автомобиль со скоростью 80 км/ч, если его средняя скорость оказалась равной 65 км/ч?

2. Рыбак переправляется на моторной лодке через реку шириной 100 м. Скорость течения 1 м/с, скорость лодки относительно воды 2 м/с.

а) Как должна быть направлена скорость лодки относительно берега, чтобы переправа произошла за кратчайшее время?

б) Чему равно кратчайшее время переправы?

в) Чему равно время переправы по кратчайшему пути?

### Вариант 3

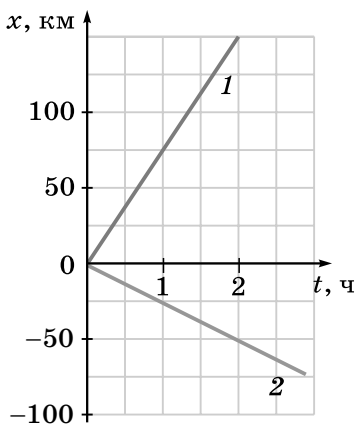
1. Когда Миша спускается на эскалаторе, стоя на одной и той же ступеньке, спуск занимает 1 мин, а когда он идёт с постоянной скоростью по ступенькам движущегося эскалатора, спуск занимает 45 с.

а) Во сколько раз скорость Миши относительно земли больше, когда он идёт по эскалатору, чем когда он стоит на эскалаторе?

б) Во сколько раз скорость Миши относительно эскалатора меньше скорости движения эскалатора?

в) За сколько времени Миша спустился бы, если бы шёл в 2 раза быстрее?

2. На рисунке изображены графики зависимости  $x(t)$  для автомобиля и велосипедиста, движущихся вдоль оси  $x$ .



а) Какой график соответствует велосипедисту, а какой — автомобилю?

б) Чему равны проекции скоростей велосипедиста и автомобиля?



в) Чему равна по модулю скорость велосипедиста относительно автомобиля?

### Вариант 4

1. Зависимость координаты  $x$  двух велосипедистов, едущих вдоль оси  $x$ , от времени в единицах СИ выражается формулами  $x_1 = 20 - 5t$ ;  $x_2 = -10 + 10t$ .

а) Начертите графики зависимости координаты  $x$  обоих велосипедистов от времени на одном чертеже.

б) Найдите координату и время встречи велосипедистов.

в) С какой по модулю скоростью едет один велосипедист относительно другого?

2. Из одной точки одновременно выехали мотоцикл и автобус: мотоцикл на север, а автобус на восток. Скорость мотоцикла 40 км/ч, а скорость автобуса 30 км/ч.

а) На каком расстоянии друг от друга будут мотоцикл и автобус через 1 ч после выезда?

б) Чему равен модуль скорости мотоцикла относительно автобуса?

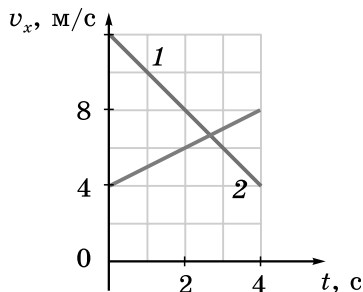
в) Изобразите на одном чертеже скорости мотоцикла и автобуса, а также скорость мотоцикла в системе отсчёта, связанной с автобусом.

## Самостоятельная работа №3

### Прямолинейное равноускоренное движение

#### Вариант 1

1. На рисунке изображены графики зависимости проекции скорости от времени для двух автомобилей, движущихся вдоль оси  $x$ . В начальный момент автомобили находятся в одной точке.



- Запишите формулы, выражающие зависимость проекции скорости от времени для каждого автомобиля в единицах СИ.
- Какой путь пройдёт тормозящий автомобиль за 2 с?
- Чему будет равно расстояние между автомобилями через 2 с после начального момента?

2. За время, в течение которого автомобиль, движущийся с постоянным ускорением, проехал 30 м, его скорость увеличилась с 10 м/с до 20 м/с.

- Чему равно ускорение автомобиля?
- Сколько времени ехал автомобиль?
- Какое расстояние проехал автомобиль к моменту, когда его скорость стала равной 15 м/с?

#### Вариант 2

1. Зависимость проекции скорости от времени для двух автомобилей в единицах СИ выражается формулами  $v_{1x} = 10 + 2t$ ;  $v_{2x} = 15 - t$ . В начальный момент автомобили находятся в одной точке.

- Постройте графики зависимости проекции скорости от времени для обоих автомобилей на одном чертеже.
- Через сколько времени после начального момента скорость первого автомобиля будет в 2 раза больше скорости второго?
- Чему будет равно в этот момент расстояние между автомобилями?

2. Автомобиль тронулся с места и, двигаясь с постоянным ускорением, достиг скорости 10 м/с, проехав 20 м.

- а) С каким ускорением двигался автомобиль?
- б) Сколько времени ехал автомобиль?
- в) Какой путь проехал автомобиль за вторую секунду?

### Вариант 3

1. Два автомобиля движутся из одного положения вдоль оси  $x$ . Зависимость проекции скорости от времени для первого автомобиля в единицах СИ выражается формулой  $v_{1x} = 5 + 2t$ . Проекция начальной скорости второго автомобиля на ось равна 8 м/с.

- а) Какое расстояние проедет первый автомобиль за 10 с?
- б) Чему равна проекция ускорения второго автомобиля, если через 10 с после начального момента скорость второго автомобиля в 2 раза больше скорости первого?
- в) Чему будет равно расстояние между автомобилями через 10 с после начального момента?

2. Автомобиль, движущийся со скоростью 30 м/с, начал тормозить до полной остановки, двигаясь с постоянным ускорением. Тормозной путь автомобиля оказался равным 100 м.

- а) Чему равен модуль ускорения автомобиля?
- б) Чему равно время торможения?
- в) За какой промежуток времени автомобиль прошёл первую половину тормозного пути?

### Вариант 4

1. Автомобиль движется равноускоренно без начальной скорости. За первую секунду он проходит 2 м.

- а) Чему равно ускорение автомобиля?
- б) Чему равна скорость автомобиля через 3 с после начала движения?
- в) Какое расстояние проедет автомобиль за пятую секунду движения?

2. Автомобиль за 10 с разогнался с места до скорости 30 м/с, двигаясь равноускоренно.

- а) Чему равно ускорение автомобиля?
- б) Чему равна средняя скорость автомобиля за время разгона?
- в) Чему была равна скорость автомобиля, когда он проехал половину пути?

## Самостоятельная работа № 4

### Движение тела с ускорением свободного падения

#### Вариант 1

1. Тело свободно падает с высоты 40 м.
  - а) Какое расстояние пролетело тело за первые 2 с падения?
  - б) За какое время тело пролетает вторую половину пути?
  - в) Какое расстояние тело пролетает за последнюю секунду падения?
2. Тело брошено горизонтально с большой высоты с начальной скоростью 20 м/с. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.
  - а) Чему равна горизонтальная проекция скорости тела через 2 с после броска?
  - б) Чему равен модуль скорости тела через 2 с после броска?
  - в) Через какое время после броска модуль скорости тела будет равен 40 м/с?

#### Вариант 2

1. Тело свободно падает с большой высоты.
  - а) Какое расстояние пролетает тело за третью секунду падения?
  - б) Чему равна средняя скорость тела за первые 2 с падения?
  - в) Чему равна средняя скорость за вторые 2 с падения?
2. Тело брошено горизонтально с высоты 45 м с начальной скоростью 30 м/с. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.
  - а) Сколько времени длится полёт тела до падения на землю?
  - б) Чему равен модуль скорости тела непосредственно перед падением на землю?
  - в) На каком расстоянии по прямой от точки бросания тело упадёт на землю?

#### Вариант 3

1. Тело свободно падает с некоторой высоты. Непосредственно перед падением на землю скорость тела равна 70 м/с.
  - а) Сколько времени продолжалось падение?
  - б) Чему равна скорость тела на половине пути?

в) Какое расстояние пролетело тело за последнюю секунду падения?

2. Тело брошено под углом  $60^\circ$  к горизонту с начальной скоростью 30 м/с. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равна горизонтальная проекция скорости тела через 1 с полёта?

б) Чему равна максимальная высота полёта тела?

в) Через сколько времени после броска скорость тела будет направлена горизонтально?

#### Вариант 4

1. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Сколько времени камень будет находиться в полёте до падения на землю?

б) Чему равен модуль перемещения камня за 3 с?

в) С каким интервалом времени камень будет находиться на высоте 15 м?

2. Тело брошено под углом  $30^\circ$  к горизонту. Дальность полёта тела равна 100 м. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Какой будет дальность полёта, если бросить тело с такой же по модулю скоростью под углом  $60^\circ$  к горизонту?

б) Чему равна начальная скорость тела?

в) Чему равна максимальная высота полёта тела?

## Самостоятельная работа №5

### Равномерное движение тела по окружности

#### Вариант 1

1. На диске отмечены белая и чёрная точки. При равномерном вращении диска скорость белой точки в 2 раза больше, чем чёрной.

- а) Какая точка расположена ближе к центру диска?
- б) Во сколько раз одна точка ближе к центру диска, чем другая?
- в) Во сколько раз центростремительное ускорение одной точки больше, чем другой?

2. Длина секундной стрелки настенных часов равна 25 см.

- а) Чему равен период обращения этой стрелки?
- б) Чему равна скорость конца стрелки?
- в) Чему равно центростремительное ускорение конца стрелки?

#### Вариант 2

1. На равномерно вращающемся диске отмечены белая и чёрная точки. Расстояние от белой точки до центра диска в 3 раза меньше, чем от чёрной.

- а) Скорость какой точки меньше?
- б) Во сколько раз скорость одной точки больше, чем другой?
- в) Во сколько раз центростремительное ускорение одной точки больше, чем другой?

2. Колесо радиусом 50 см катится без проскальзывания по прямой дороге и делает полный оборот за 2 с.

- а) Чему равна скорость нижней точки колеса относительно дороги?
- б) Чему равна скорость оси колеса относительно дороги?
- в) Чему равна скорость верхней точки колеса относительно дороги?

#### Вариант 3

1. Материальная точка равномерно движется по окружности радиусом 40 см и совершает 3 оборота в минуту.

- а) Чему равна частота обращения?
- б) Чему равна скорость точки?
- в) Чему равно центростремительное ускорение точки?

2. Длина минутной стрелки настенных часов равна 30 см.

- а) Чему равен период обращения этой стрелки?
- б) Чему равна скорость конца стрелки?
- в) Чему равно центростремительное ускорение конца стрелки?

#### Вариант 4

1. Материальная точка равномерно движется по окружности радиусом 50 см со скоростью 2 м/с.

- а) Чему равен период обращения?
- б) Чему равна угловая скорость точки?
- в) Чему равно центростремительное ускорение точки?

2. Колесо катится без проскальзывания по прямой дороге со скоростью 2 м/с.

- а) Чему равна скорость нижней точки колеса относительно дороги?
- б) Чему равна скорость верхней точки колеса относительно дороги?
- в) Чему равна скорость точки обода колеса, находящейся на одной горизонтали с осью колеса?

## ДИНАМИКА

### Самостоятельная работа № 6

#### Второй закон Ньютона

##### Вариант 1

1. К телу массой 3 кг приложены две силы, одна из которых направлена вертикально вниз и равна 30 Н. Тело движется с постоянной скоростью, направленной вверх и равной 2 м/с.

- а) Как направлена вторая сила и чему она равна?
- б) Какие данные не нужны для ответа на предыдущий вопрос?
- в) Как надо изменить вторую силу, чтобы скорость тела начала уменьшаться и пройденный им до остановки путь был равен 2 м?

2. Тело массой 0,5 кг брошено под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 20 м/с. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- а) С каким ускорением движется тело в верхней точке траектории?
- б) Чему равна равнодействующая приложенных к телу сил в верхней точке траектории?
- в) Через сколько времени после броска равнодействующая приложенных к телу сил будет перпендикулярна скорости тела?

##### Вариант 2

1. К телу, движущемуся в положительном направлении оси  $x$  со скоростью 4 м/с, в начальный момент прикладывают две силы, направленные вдоль оси  $x$ , проекции которых равны 3 Н и  $-5$  Н.

- а) Чему равна проекция равнодействующей на ось  $x$ ?
- б) Чему равна масса тела, если через 2 с его скорость стала равной нулю?
- в) Какой путь прошло тело за 2 с?

2. Тело брошено под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью 30 м/с. Равнодействующая приложенных к телу сил в верхней точке траектории равна 10 Н. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- а) С каким по модулю ускорением движется тело в верхней точке траектории?
- б) Чему равна масса тела?
- в) Через сколько времени после броска равнодействующая приложенных к телу сил будет перпендикулярна скорости тела?



**Вариант 3**

1. К телу массой 2 кг приложены две силы, равные 3 Н и 4 Н.

а) Как направлены эти силы, если тело движется с ускорением  $3,5 \text{ м/с}^2$ ?

б) С каким минимально возможным ускорением может двигаться тело? Как в таком случае направлены силы?

в) Как направлены силы, если тело движется с ускорением  $2,5 \text{ м/с}^2$ ?

2. Тело массой 2 кг равномерно движется по окружности радиусом 60 см со скоростью 3 м/с.

а) Как направлено ускорение тела?

б) Чему равна равнодействующая приложенных к телу сил?

в) Какой стала скорость тела, когда равнодействующая приложенных к нему сил увеличилась в 4 раза, а радиус окружности остался прежним?

**Вариант 4**

1. К телу массой 3 кг приложены две силы, каждая из которых равна 6 Н. Равнодействующая этих сил равна по модулю 6 Н.

а) Чему равно ускорение тела?

б) Под каким углом друг к другу направлены силы?

в) С каким ускорением будет двигаться тело, если угол между силами уменьшить в 2 раза?

2. Тело равномерно движется по окружности радиусом 1,5 м и совершает три оборота в минуту. Равнодействующая приложенных к телу сил равна 0,2 Н.

а) Как направлено ускорение тела?

б) Чему равна масса тела?

в) Каким станет период обращения тела, если равнодействующая приложенных к нему сил станет в 16 раз больше, а радиус окружности останется прежним?

**Самостоятельная работа №7****Силы тяготения****Вариант 1**

1. Две материальные точки, находящиеся на расстоянии 4 м друг от друга, притягиваются с силами, равными  $8 \cdot 10^{-11}$  Н.

а) Какими станут силы притяжения, если расстояние между материальными точками увеличить в 2 раза?

б) Каковы массы материальных точек, если они равны?

в) Чему равны массы материальных точек, если масса одной из них в 7 раз больше, чем масса другой?

2. Радиус планеты равен 6000 км, а её масса равна  $5 \cdot 10^{24}$  кг.

а) Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?

б) На какой высоте над поверхностью планеты ускорение свободного падения уменьшается в 2 раза по сравнению со значением на поверхности планеты?

в) На какой высоте над поверхностью планеты ускорение свободного падения равно  $2 \text{ м/с}^2$ ?

**Вариант 2**

1. Два однородных шара радиусами 1 м и 2 м соприкасаются друг с другом. Массы шаров равны соответственно 5 т и 40 т.

а) С какими силами притягиваются шары?

б) На сколько надо увеличить расстояние между центрами шаров, чтобы силы притяжения между ними уменьшились в 4 раза?

в) При каком расстоянии между ближайшими точками шаров они будут притягиваться с силами, равными 1 мН?

2. Ускорение свободного падения на поверхности планеты радиусом 5500 км равно  $7 \text{ м/с}^2$ .

а) Чему равна масса планеты?

б) Чему равна первая космическая скорость для планеты?

в) Чему равна средняя плотность планеты?

**Вариант 3**

1. Вокруг некоторой звезды движутся по круговым орбитам две планеты. Масса первой планеты в 4 раза больше, чем масса второй, а радиус орбиты первой планеты в 4 раза больше, чем радиус орбиты второй планеты.

- а) На какую планету действует бóльшая сила притяжения со стороны звезды? Во сколько раз бóльшая?
- б) Какая планета движется с большей скоростью? Во сколько раз бóльшей?
- в) Чему равно отношение периодов обращения планет?

2. Радиус планеты равен 5 000 км, а её масса равна  $2,1 \cdot 10^{24}$  кг.

- а) Чему равна сила тяготения, действующая на тело массой 1 кг, находящееся на поверхности планеты?
- б) Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?
- в) Чему равна первая космическая скорость для планеты?

**Вариант 4**

1. Вокруг некоторой звезды движутся по круговым орбитам две планеты. Масса первой планеты в 2 раза меньше, чем масса второй, а радиус орбиты первой планеты в 2 раза меньше, чем радиус орбиты второй планеты.

- а) На какую планету действует бóльшая сила притяжения со стороны звезды? Во сколько раз бóльшая?
- б) Чему равно отношение скоростей планет?
- в) Чему равно отношение периодов обращения планет?

2. Первая космическая скорость для планеты радиусом 6 000 км равна 6 км/с.

- а) Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?
- б) Чему равна масса планеты?
- в) Чему равна средняя плотность планеты?

## Самостоятельная работа № 8

### Силы упругости

#### Вариант 1

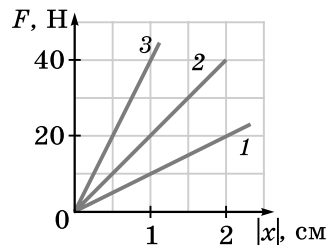
1. Длина недеформированной пружины жёсткостью  $200 \text{ Н/м}$  равна  $10 \text{ см}$ .

а) Какой массы груз надо подвесить к пружине, чтобы её удлинение стало равным  $2 \text{ см}$ ?

б) Какой массы груз надо подвесить к пружине, чтобы её длина стала в  $1,5$  раза больше, чем длина недеформированной пружины?

в) Какой будет длина пружины с грузом, масса которого найдена при ответе на предыдущий вопрос, если она движется с ускорением, равным  $5 \text{ м/с}^2$  и направленным вверх?

2. На рисунке приведены графики зависимости модуля силы упругости от модуля деформации для трёх пружин.



а) У какой пружины наименьшая жёсткость?

б) Каким будет удлинение пружины с наибольшей жёсткостью, если подвесить к ней груз массой  $20 \text{ кг}$ ?

в) Каким будет удлинение второй пружины, если она вместе с грузом массой  $20 \text{ кг}$  будет двигаться с ускорением  $7,5 \text{ м/с}^2$ , направленным вниз?

#### Вариант 2

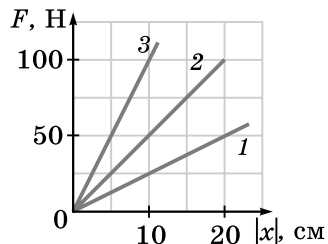
1. Длина недеформированной пружины равна  $6 \text{ см}$ . Когда к пружине подвесили груз массой  $400 \text{ г}$ , её длина стала равной  $10 \text{ см}$ .

а) Чему равна жёсткость пружины?

б) Какой массы груз надо подвесить к пружине, чтобы её длина стала вдвое больше, чем длина недеформированной пружины?

в) Чему будет равна длина пружины, когда пружина с грузом, масса которого найдена при ответе на предыдущий вопрос, будет двигаться с ускорением, равным  $5 \text{ м/с}^2$  и направленным вниз?

2. На рисунке приведены графики зависимости модуля силы упругости от модуля деформации для трёх пружин.



а) У какой пружины наибольшая жёсткость?

б) Каким будет удлинение второй пружины, если подвесить к ней груз массой 2 кг?

в) С каким ускорением (по модулю и направлению) должна двигаться пружина наименьшей жёсткости с грузом 2 кг, чтобы её удлинение было таким же, как в ответе на предыдущий вопрос?

### Вариант 3

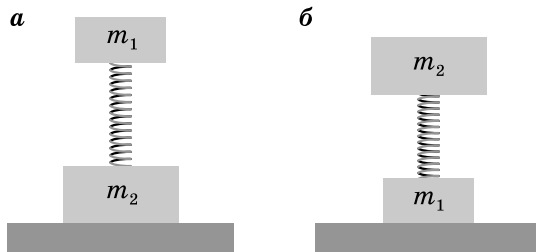
1. К недеформированной пружине длиной 14 см и жёсткостью 300 Н/м подвешивают груз массой 300 г.

а) Какой станет длина пружины?

б) С каким ускорением (по модулю и направлению) должна двигаться пружина с данным грузом, чтобы её удлинение стало в 2 раза больше, чем когда груз покоится?

в) С каким ускорением (по модулю и направлению) должна двигаться пружина с грузом, чтобы её длина стала равной 14,5 см?

2. Пружина прикреплена к двум брускам массами  $m_1 = 500$  г и  $m_2 = 2$  кг. Когда бруски и пружина находятся на столе в положении, изображённом на рисунке *a*, длина пружины равна 12 см, а когда они находятся в положении, показанном на рисунке *б*, длина пружины равна 9 см.



а) При каком положении (*a* или *б*) деформация пружины больше и во сколько раз?

б) Чему равна длина недеформированной пружины?

в) Чему равна жёсткость пружины?

**Вариант 4**

1. Длина недеформированной пружины 16 см. Когда к пружине подвесили груз массой 200 г, длина пружины стала равной 20 см.

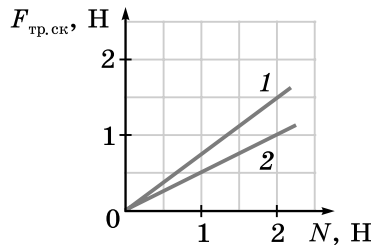
- а) Чему равна жёсткость пружины?
- б) Чему будет равно удлинение пружины, если она будет равномерно двигаться вверх со скоростью 2 м/с?
- в) С каким ускорением (по модулю и направлению) должна двигаться пружина с грузом, чтобы её длина стала равной 18 см?

2. Когда пружина растянута силой 10 Н, её длина равна 12 см, а когда она растянута силой 30 Н, её длина равна 14 см.

- а) Во сколько раз удлинение пружины во втором случае больше, чем в первом?
- б) Чему равна длина недеформированной пружины?
- в) Чему равна жёсткость пружины?

**Самостоятельная работа №9****Силы трения****Вариант 1**

1. На рисунке изображён график зависимости силы трения скольжения от силы нормальной реакции для двух брусков, скользящих по столу.



- а) Коэффициент трения скольжения для какого бруска больше? Во сколько раз?
- б) Чему равны коэффициенты трения скольжения для брусков?
- в) Во сколько раз отличаются пути, которые пройдут эти бруски до остановки, если сообщить им толчком одинаковую начальную скорость?

2. Брусок массой 1 кг, находящийся на столе, равномерно перемещают, прикладывая горизонтально направленную силу с помощью пружины жёсткостью 200 Н/м. Удлинение пружины при этом равно 2 см.

- а) Чему равна действующая на брусок сила трения?
- б) Чему равен коэффициент трения между бруском и столом?
- в) С каким ускорением будет двигаться брусок, если удлинение пружины будет равно 3 см?

**Вариант 2**

1. На столе лежит брусок массой 300 г. Чтобы сдвинуть его с места, надо приложить к нему горизонтально направленную силу, большую 1,5 Н.

- а) Чему равен коэффициент трения между бруском и столом?
- б) С каким ускорением будет двигаться брусок, если приложить к нему горизонтально направленную силу, равную 3 Н?

в) Какой путь пройдёт брусок до остановки, если сообщить ему толчком скорость, равную  $0,5 \text{ м/с}$ ?

2. На столе находится брусок массой  $1 \text{ кг}$ . Коэффициент трения между бруском и столом равен  $0,4$ . В начальный момент брусок покоится.

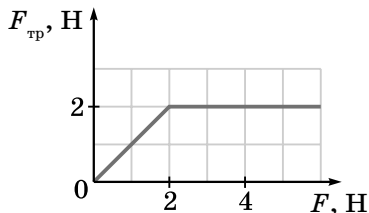
а) Чему будет равна равнодействующая приложенных к бруску сил, если приложить к бруску горизонтально направленную силу, равную  $3 \text{ Н}$ ?

б) Чему будет равна равнодействующая приложенных к бруску сил, если приложить к бруску горизонтально направленную силу, равную  $5 \text{ Н}$ ?

в) Какой путь пройдёт брусок до остановки, если сообщить ему начальную скорость, равную  $0,8 \text{ м/с}$ ?

### Вариант 3

1. На столе находится брусок массой  $0,4 \text{ кг}$ . На рисунке изображён график зависимости действующей на брусок силы трения от приложенной к нему горизонтально направленной силы  $F$ .

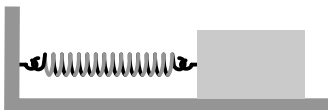


а) Какая сила трения действует на брусок, когда  $F = 1 \text{ Н}$ : сила трения скольжения или сила трения покоя?

б) Чему равен коэффициент трения между бруском и столом?

в) Какой путь пройдёт брусок за  $3 \text{ с}$ , если  $F = 1,5 \text{ Н}$  и брусок в начальном состоянии покоится?

2. Брусок массой  $1 \text{ кг}$ , прикрепленный к стене горизонтальной пружиной жёсткостью  $300 \text{ Н/м}$ , покоится на столе, как показано на рисунке. Коэффициент трения между бруском и столом равен  $0,4$ . Удлинение пружины равно  $1 \text{ см}$ .



а) Чему равна равнодействующая приложенных к бруску сил?



б) Какую горизонтально направленную силу надо приложить к бруску, чтобы сдвинуть его вправо?

в) Какую наименьшую горизонтально направленную силу надо прикладывать к бруску, чтобы удерживать его в покое при удлинении пружины, равном 2 см? Как должна быть направлена эта сила: влево или вправо?

#### Вариант 4

1. На столе находится брусок массой 0,2 кг. Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,4.

а) Какую горизонтально направленную силу надо приложить к бруску, чтобы сдвинуть его с места?

б) Изобразите график зависимости силы трения от модуля приложенной к бруску горизонтально направленной силы.

в) Какой путь пройдёт брусок за 0,5 с, если приложить к нему горизонтально направленную силу, равную 2 Н, причём в начальный момент брусок покоится?

2. Брусок массой 400 г равномерно перемещают по столу, прикладывая силу, равную 0,6 Н и направленную вверх под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту.

а) Чему равна равнодействующая приложенных к бруску сил?

б) Чему равна действующая на брусок сила нормальной реакции?

в) Чему равен коэффициент трения между бруском и столом?

## Самостоятельная работа № 10

### Тело на наклонной плоскости

#### Вариант 1

1. Небольшой брусок кладут на гладкую наклонную плоскость длиной 80 см с углом наклона  $30^\circ$ .

- а) С каким ускорением будет двигаться брусок?
- б) За какое время брусок соскользнет с наклонной плоскости?
- в) Чему будет равна средняя скорость бруска за всё время движения по наклонной плоскости?

2. Небольшой брусок массой 400 г кладут на доску длиной 1 м. Один конец доски поднимают на 50 см. Коэффициент трения между бруском и доской равен 0,5.

- а) Чему будет равна действующая на брусок со стороны доски сила нормальной реакции?
- б) С каким ускорением будет двигаться брусок?
- в) Чему будет равна скорость бруска в конце доски?

#### Вариант 2

1. Небольшой брусок кладут на гладкую наклонную плоскость длиной 1 м с углом наклона  $60^\circ$ .

- а) С каким ускорением будет двигаться брусок?
- б) За какое время брусок соскользнет с наклонной плоскости?
- в) Чему будет равна средняя скорость бруска за всё время движения по наклонной плоскости?

2. Небольшой брусок массой 200 г кладут на верх наклонной плоскости длиной 3 м с углом наклона  $60^\circ$ . Коэффициент трения между бруском и доской равен 0,7.

- а) Чему будет равна действующая на брусок со стороны доски сила нормальной реакции?
- б) С каким ускорением будет двигаться брусок?
- в) За какое время брусок соскользнет с наклонной плоскости?

#### Вариант 3

1. Небольшой брусок толкают вверх вдоль длинной гладкой наклонной плоскости с углом наклона  $60^\circ$  с начальной скоростью 1,5 м/с.

- а) Чему будет равно ускорение бруска и как оно будет направлено?
- б) Сколько времени брусок будет двигаться вверх?
- в) Какой путь пройдёт брусок вверх вдоль наклонной плоскости?

2. Небольшой брусок массой 300 г толкают вверх вдоль длинной наклонной плоскости с углом наклона  $60^\circ$  с начальной скоростью 1,5 м/с. Коэффициент трения между бруском и доской равен 0,7.

- а) Чему будет равна действующая на брусок со стороны доски сила нормальной реакции?
- б) Чему будет равно ускорение бруска и как оно будет направлено?
- в) Сколько времени брусок будет двигаться вверх?

#### Вариант 4

1. Небольшой брусок толкают вверх вдоль длинной гладкой наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$ . Брусок проходит вверх вдоль наклонной плоскости путь, равный 1,5 м.

- а) Чему будет равно ускорение бруска и как оно будет направлено?
- б) Чему равна начальная скорость бруска?
- в) Сколько времени брусок будет двигаться вверх?

2. Небольшой брусок массой 500 г толкают вверх вдоль длинной наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  с начальной скоростью 2 м/с. Коэффициент трения между бруском и доской равен 0,5.

- а) Чему будет равна действующая на брусок со стороны доски сила нормальной реакции?
- б) Чему будет равно ускорение бруска и как оно будет направлено?
- в) Какой путь пройдёт брусок до остановки?

## Самостоятельная работа № 11

### Равномерное движение по окружности под действием нескольких сил

#### Вариант 1

1. Автомобиль совершает поворот на горизонтальной дороге по дуге окружности радиусом 200 м. Коэффициент трения между дорогой и шинами автомобиля равен 0,5.

а) Как направлена равнодействующая приложенных к автомобилю сил?

б) При какой максимально возможной скорости (в километрах в час) автомобиль может совершить поворот?

в) Чему равен минимальный тормозной путь автомобиля на прямой дороге после поворота, который автомобиль прошёл с максимальной возможной скоростью?

2. Подвешенный на нити длиной 80 см груз массой 50 г равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости. Сила натяжения нити равна 1 Н.

а) Как направлена равнодействующая приложенных к грузу сил?

б) Чему равна равнодействующая приложенных к грузу сил?

в) Чему равен период обращения груза?

#### Вариант 2

1. Автомобиль равномерно движется по кольцевой дороге радиусом 100 м с максимальной возможной скоростью, равной 80 км/ч.

а) Как направлена равнодействующая приложенных к автомобилю сил?

б) Чему равен коэффициент трения между шинами автомобиля и дорогой?

в) С какой максимальной возможной скоростью (в километрах в час) может ехать этот автомобиль по кольцевой дороге радиусом 150 м?

2. Подвешенный на нити длиной 1 м груз массой 80 г равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости. Сила натяжения нити равна 1,2 Н.

а) Как направлена равнодействующая приложенных к грузу сил?

- б) Чему равен радиус окружности, по которой движется груз?
- в) Чему равна частота обращения груза?

### Вариант 3

1. Автомобиль равномерно движется по кольцевой дороге, имеющей форму окружности, с максимально возможной скоростью, равной 90 км/ч. Коэффициент трения между дорогой и шинами автомобиля равен 0,45.

а) Как направлена равнодействующая приложенных к автомобилю сил?

б) Чему равен радиус окружности, по которой едет автомобиль?

в) С какой максимально возможной скоростью может ехать этот автомобиль по кольцевой дороге вдвое большего радиуса?

2. Подвешенный на нити груз равномерно движется по окружности радиусом 50 см в горизонтальной плоскости. При этом нить отклонена от вертикали на угол, равный  $30^\circ$ .

а) Как направлена равнодействующая приложенных к грузу сил?

б) Чему равна длина нити?

в) Чему равна скорость груза?

### Вариант 4

1. Автомобиль массой 800 кг едет по вертикальной стене, имеющей форму цилиндра радиусом 6 м. Коэффициент трения между колёсами и стеной равен 0,45.

а) Как направлена равнодействующая приложенных к автомобилю сил?

б) Какова минимально возможная скорость автомобиля (в километрах в час)?

в) С какой силой автомобиль давит на стену, когда едет с минимально возможной скоростью?

2. Подвешенный на нити длиной 60 см груз равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости. При этом нить отклонена от вертикали на угол, равный  $60^\circ$ .

а) Как направлена равнодействующая приложенных к грузу сил?

б) Чему равен радиус окружности, по которой движется груз?

в) Чему равен период обращения груза?

## Самостоятельная работа № 12

## Движение системы тел

## Вариант 1

1. На гладком столе лежат два бруска массами  $m_1 = 200$  г и  $m_2 = 600$  г, связанные лёгкой нерастяжимой нитью. Ко второму бруску прикладывают горизонтально направленную вправо силу, равную 4 Н.



- С каким ускорением будут двигаться бруски?
- Чему будет равна сила натяжения нити?
- Чему будет равна сила натяжения нити, если приложить силу к первому бруску и направить её влево?

2. Брусок массой 400 г находится на гладком столе. Он связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, с грузом массой 100 г. Трением в блоке и массой блока можно пренебречь. В начальный момент тела покоятся.



- Одинаковая ли по модулю сила действует со стороны нити на брусок и груз?
- С каким ускорением будет двигаться брусок?
- Чему будет равна сила натяжения нити?

## Вариант 2

1. По гладкому столу движутся два бруска массами  $m_1 = 400$  г и  $m_2 = 200$  г, связанные лёгкой нерастяжимой нитью. К первому бруску приложена горизонтально направленная влево сила. Ускорение брусков равно  $3 \text{ м/с}^2$ .



- Чему равна приложенная сила?

б) Чему будет равна сила натяжения нити?

в) Чему будет равна сила натяжения нити, если приложить ту же силу ко второму бруску и направить её вправо?

2. Брусок массой 200 г находится на гладком столе. Он связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, с грузом массой 200 г. Трением в блоке и массой блока можно пренебречь.



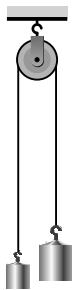
а) Одинаковая ли по модулю сила действует со стороны нити на брусок и груз?

б) С каким по модулю ускорением движутся тела?

в) Чему равен вес груза?

### Вариант 3

1. Два груза массами 100 г и 400 г подвешены на концах лёгкой нерастяжимой нити, переброшенной через блок. Трением в блоке и его массой можно пренебречь.



а) Одинаковая ли по модулю сила действует со стороны нити на каждый из грузов?

б) С каким ускорением движутся грузы?

в) Чему равна сила натяжения нити?

2. На гладком столе один на другом лежат два бруска. Масса верхнего бруска 200 г, масса нижнего бруска 300 г. Коэффициент трения между брусками  $\mu = 0,4$ . К верхнему бруску прикладывают горизонтально направленную силу, в результате чего оба бруска начинают скользить по столу как единое целое.

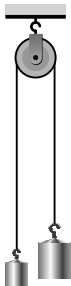
а) С какими силами трения бруски действуют друг на друга: скольжения или покоя?

б) С какими максимально возможными силами трения бруски могут действовать друг на друга?

в) Какую максимально возможную силу можно прикладывать к верхнему бруску, чтобы бруски двигались как единое целое?

#### Вариант 4

1. Два груза массами 200 г и 300 г подвешены на концах лёгкой нерастяжимой нити, переброшенной через блок. Трением в блоке и его массой можно пренебречь.



а) Одинаковая ли по модулю сила действует со стороны нити на каждый из грузов?

б) С каким ускорением движутся грузы?

в) Чему равен вес каждого груза?

2. На гладком столе один на другом лежат два бруска. Масса верхнего бруска 300 г, масса нижнего бруска 200 г. Коэффициент трения между брусками равен 0,6. К верхнему бруску прикладывают горизонтально направленную силу, в результате чего бруски начинают двигаться друг относительно друга.

а) С какими силами трения бруски действуют друг на друга: скольжения или покоя?

б) С какими по модулю силами трения бруски действуют друг на друга?

в) Какую силу нужно прикладывать к верхнему бруску, чтобы бруски двигались друг относительно друга?



## ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ И СТАТИКА

### Самостоятельная работа № 13

#### Импульс. Закон сохранения импульса

##### Вариант 1

1. Автомобиль массой 800 кг едет по прямой дороге со скоростью 72 км/ч, поворачивает под прямым углом и едет далее со скоростью 54 км/ч.

- Чему был равен импульс автомобиля до поворота?
- Как изменился модуль импульса автомобиля при повороте?
- Чему равен модуль изменения импульса автомобиля в результате поворота?

2. Мячик массой 100 г брошен со скоростью 20 м/с под углом  $30^\circ$  к горизонту. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- Чему равен модуль начального импульса мячика?
- Чему равен модуль изменения импульса мячика за первую секунду полёта?
- Чему равен модуль изменения импульса мячика за всё время полёта?

##### Вариант 2

1. Мячик массой 50 г ударился о вертикальную стену на высоте 5 м и отскочил от неё. Непосредственно перед ударом и после удара скорость мяча перпендикулярна стене. Скорость мяча непосредственно перед ударом равна 10 м/с, а сразу после удара она равна 8 м/с.

- Чему равен модуль импульса мячика перед ударом?
- Чему равен модуль изменения импульса мячика в результате удара?
- На каком расстоянии от стены мячик упадёт на землю? Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

2. Шар массой 100 г движется равномерно по окружности радиусом 40 см и совершает один полный оборот за 2 с.

- Чему равен модуль импульса шара?
- Чему равен модуль изменения импульса шара за 1 с?
- Чему равен модуль изменения импульса шара за 0,5 с?

### Вариант 3

1. Мяч массой 100 г свободно падает без начальной скорости на асфальт и после удара отскакивает от него, поднявшись на 4 м. Продолжительность падения равна 1 с, длительность удара примите равной 20 мс.

а) Чему равен модуль мяча непосредственно перед ударом об асфальт?

б) Чему равен модуль изменения импульса мяча в результате удара?

в) Чему равна средняя сила, с которой мяч давил на асфальт при ударе?

2. Подвешенный на нити шарик массой 100 г совершает колебания в вертикальной плоскости. Период колебания равен 1 с, шарик проходит положение равновесия со скоростью, равной по модулю 0,2 м/с. В начальный момент наблюдения шарик проходит положение равновесия.

а) Чему равен модуль импульса шарика в начальный момент?

б) Чему равен модуль изменения импульса шарика за 0,5 с после начального момента?

в) Чему равен модуль изменения импульса шарика за 1 с после начального момента?

### Вариант 4

1. Два шара массой 100 г каждый движутся по взаимно перпендикулярным направлениям и сталкиваются друг с другом. Скорость первого шара перед столкновением равна 3 м/с, а скорость второго шара перед столкновением равна 4 м/с. В результате столкновения второй шар остановился. Примите, что суммарный импульс шариков при столкновении сохраняется.

а) Чему равны модули начальных импульсов шаров?

б) Чему равен модуль суммарного начального импульса шаров?

в) Чему равна скорость первого шара сразу после столкновения?

2. Лежащему на столе бруску массой 200 г сообщили толчком начальную скорость 2 м/с. Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,4.

а) Чему равен начальный импульс бруска?

б) Чему равен модуль изменения импульса бруска за первые 0,2 с движения?

в) Чему равен модуль изменения импульса бруска за первую секунду движения?

**Самостоятельная работа № 14****Условия применения закона сохранения импульса****Вариант 1**

1. Из игрушечной пружинной пушечки, стоящей на столе, вылетает в горизонтальном направлении шарик массой 20 г со скоростью 5 м/с относительно стола. Масса пушечки без шарика равна 200 г. Коэффициент трения между пушечкой и столом равен 0,5.

- а) Чему равен суммарный импульс пушечки и шарика сразу после вылета шарика?
- б) Чему равна скорость пушечки сразу после вылета шарика?
- в) Какой путь пройдёт пушечка до остановки?

2. Пластилиновые шары массами  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 200$  г движутся вдоль одной прямой и сталкиваются. Скорость первого шара до столкновения равна 2 м/с. В результате столкновения оба шара стали двигаться как одно тело со скоростью 1 м/с в направлении движения первого шара до столкновения.

- а) Чему равен модуль суммарного импульса шаров после столкновения?
- б) Как были направлены скорости шаров до столкновения: одинаково или противоположно?
- в) Чему была равна по модулю скорость второго шара перед столкновением?

**Вариант 2**

1. Из игрушечной пружинной пушечки, стоящей на столе, вылетает шарик массой 25 г под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью 8 м/с относительно стола. Масса пушечки без шарика равна 500 г. Коэффициент трения между пушечкой и столом равен 0,4.

- а) Сохраняется ли суммарный импульс пушечки и шарика при вылете шарика?
- б) Какая величина сохраняется при вылете шарика?
- в) Сколько времени будет двигаться пушечка до остановки?

2. Пластилиновые шары массами  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 500$  г движутся вдоль одной прямой и сталкиваются. Скорость первого шара до

столкновения равна  $2 \text{ м/с}$ . В результате столкновения оба шара стали двигаться как одно тело со скоростью  $1 \text{ м/с}$  в направлении, противоположном направлению движения первого шара до столкновения.

- а) Чему равен модуль суммарного импульса шаров после столкновения?
- б) Как были направлены скорости шаров до столкновения: одинаково или противоположно?
- в) Чему была равна по модулю скорость второго шара до столкновения?

### Вариант 3

1. Первая тележка массой  $100 \text{ кг}$  едет по рельсам со скоростью  $2 \text{ м/с}$ . Навстречу ей едет с той же по модулю скоростью вторая тележка. При столкновении тележки сцепляются и движутся затем как одно тело со скоростью, равной  $0,5 \text{ м/с}$ , в направлении движения первой тележки до столкновения.

- а) Чему был равен модуль импульса первой тележки до столкновения?
- б) Масса какой тележки больше: первой или второй?
- в) Чему равна масса второй тележки?

2. В движущуюся по рельсам тележку массой  $100 \text{ кг}$  вертикально падает мешок песка массой  $50 \text{ кг}$ , после чего тележка едет вместе с мешком. Начальная скорость тележки равна  $3 \text{ м/с}$ , скорость мешка с песком непосредственно перед падением равна  $1,5 \text{ м/с}$ . Примите, что трением между колёсами и рельсами можно пренебречь.

- а) Какая величина сохраняется при ударе мешка о тележку?
- б) Чему будет равна скорость тележки с песком?
- в) Чему равен модуль изменения импульса мешка с песком в результате столкновения с тележкой?

### Вариант 4

1. Две тележки массой  $60 \text{ кг}$  каждая едут по рельсам и сталкиваются. При столкновении тележки сцепляются и движутся затем как одно тело в направлении, противоположном направлению движения первой тележки до столкновения со скоростью  $1 \text{ м/с}$ . Скорость первой тележки до столкновения равна  $2 \text{ м/с}$ .

- а) Чему был равен модуль импульса первой тележки до столкновения?

б) Скорость какой тележки до столкновения больше по модулю: первой или второй?

в) Как была направлена и чему была равна по модулю скорость второй тележки до столкновения?

2. На рельсах покоится тележка массой 50 кг. В неё бросают мешок с песком массой 50 кг. Скорость мешка непосредственно перед попаданием в тележку равна 2 м/с и направлена под углом  $60^\circ$  к горизонту вперёд по направлению тележки. Примите, что трением между колёсами и рельсами можно пренебречь.

а) Сохраняется ли при ударе мешка о тележку их суммарный импульс?

б) Какая величина сохраняется при ударе мешка о тележку?

в) Чему будет равна скорость тележки с песком?

## Самостоятельная работа № 15

### Реактивное движение. Освоение космоса

#### Вариант 1

1. Ракета движется относительно Земли горизонтально со скоростью 3 км/с. Масса ракеты с содержащимся в ней топливом равна 1,8 т. В некоторый момент из сопла двигателя ракеты вылетает порция газа массой 200 кг. Скорость выброшенного газа относительно Земли равна 1 км/с и направлена противоположно скорости ракеты. Направим ось  $x$  вдоль скорости ракеты.

а) Чему равна проекция импульса ракеты до выброса газа на ось  $x$  в системе отсчёта, связанной с Землёй?

б) Чему равна проекция импульса выброшенного газа на ось  $x$  в системе отсчёта, связанной с Землёй?

в) Чему равен модуль скорости ракеты после выброса газа в системе отсчёта, связанной с Землёй?

2. Стартовавшая с поверхности Земли двухступенчатая ракета общей массой 2 т движется вертикально вверх. В момент, когда скорость ракеты равна 2,5 км/с, от ракеты «отстреливается» с некоторой скоростью относительно ракеты первая ступень массой 0,5 т, при этом скорость второй ступени ракеты возрастает до 3 км/с.

а) Чему равен модуль начального импульса ракеты до «отстреливания» первой ступени?

б) Как направлена относительно Земли скорость первой ступени сразу после «отстреливания»: вверх или вниз?

в) Чему равна по модулю скорость первой ступени сразу после «отстреливания»?

#### Вариант 2

1. Из сопла двигателя ракеты, движущейся относительно Земли горизонтально со скоростью 5 км/с, вылетает порция газа. Масса ракеты до выброса газа равна 1,8 т. Скорость выброшенного газа относительно Земли равна 2 км/с и направлена в ту же сторону, что и скорость ракеты. Скорость ракеты после выброса газа стала равной 5,6 км/с. Направим ось  $x$  вдоль скорости ракеты.

а) Чему равна проекция импульса ракеты до выброса газа на ось  $x$  в системе отсчёта, связанной с Землёй?

б) Чему равна проекция суммарного импульса ракеты и выброшенного газа на ось  $x$  в системе отсчёта, связанной с Землёй?

в) Чему равна масса выброшенного газа?

2. Стартовавшая с поверхности Земли двухступенчатая ракета общей массой 1,5 т движется вертикально вверх. В момент, когда ракета находится на высоте 2 км над поверхностью Земли, её скорость равна 4 км/с относительно Земли. В этот момент от ракеты «отстреливается» с направленной вниз скоростью 2 км/с относительно Земли первая ступень, при этом скорость ракеты возрастает до 6 км/с. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равен модуль начального импульса ракеты до «отстреливания» первой ступени?

б) Чему равен модуль импульса первой ступени сразу после «отстреливания»?

в) Чему равна масса первой ступени?

### Вариант 3

1. Водомётный двигатель катера каждую секунду выбрасывает 50 л воды. Скорость выбрасываемой воды относительно земли равна 30 м/с. Катер движется по озеру прямолинейно равномерно.

а) Чему равна равнодействующая всех сил, действующих на катер?

б) Чему равен импульс воды, выбрасываемой катером каждую секунду?

в) Чему равна по модулю суммарная сила сопротивления воды и воздуха, действующая на катер?

2. Модель ракеты стартует вертикально вверх с уровня земли, выбросив порцию газа массой 200 г со скоростью 100 м/с относительно земли, и поднимается до высоты 80 м. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равен по модулю импульс выброшенного газа относительно земли?

б) Какую скорость приобрела ракета относительно земли сразу после выброса газа?

в) Чему равна масса ракеты без топлива?

### Вариант 4

1. При разгоне двигатель водомётного катера выбрасывает 60 л воды каждую секунду. Масса катера 1,5 т, скорость выбрасываемой воды

относительно земли равна  $20 \text{ м/с}$ . При этом катер движется с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ .

- а) Чему равна равнодействующая всех сил, действующих на катер?
- б) Чему равна сила тяги двигателя?
- в) Чему равна по модулю суммарная сила сопротивления воды и воздуха, действующая на катер?

2. Модель ракеты стартует вертикально вверх с уровня земли, выбросив порцию газа массой  $100 \text{ г}$  со скоростью  $150 \text{ м/с}$  относительно земли. Масса ракеты без топлива равна  $500 \text{ г}$ . Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- а) Чему равен по модулю импульс выброшенного газа относительно земли?
- б) Какую скорость приобрела ракета относительно земли сразу после выброса газа?
- в) До какой высоты поднялась ракета?



**Самостоятельная работа № 16****Механическая работа. Мощность****Вариант 1**

1. На столе покоится брусок массой 400 г. К нему прикладывают горизонтально направленную силу, равную 4 Н. Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,5.

а) Какую работу совершает сила трения при перемещении бруска на 20 см?

б) С каким ускорением движется брусок?

в) Какую работу совершает приложенная к бруску сила за время, в течение которого скорость бруска возрастает до 0,5 м/с?

2. Подъёмный кран равномерно поднимает груз массой 400 кг со скоростью 0,5 м/с.

а) Какую работу совершает двигатель крана за 2 с?

б) Какую мощность развивает двигатель крана?

в) С какой скоростью кран поднимал бы равномерно груз массой 1 т, развивая такую же мощность?

**Вариант 2**

1. Небольшой брусок массой 200 г соскальзывает с верха наклонной плоскости длиной 1 м с углом наклона  $30^\circ$ . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен 0,4.

а) Чему равна работа силы тяжести при соскальзывании бруска вдоль всей наклонной плоскости?

б) Чему равна работа силы трения при соскальзывании бруска вдоль всей наклонной плоскости?

в) Чему равна скорость бруска в конце соскальзывания?

2. Автомобиль массой 1 т разгоняется с места с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равна сила тяги автомобиля?

б) Чему будет равна скорость автомобиля, когда он проедет 100 м?

в) Какую мощность будет развивать двигатель автомобиля в этот момент?

### Вариант 3

1. Пружина жёсткостью  $200 \text{ Н/м}$  в начальном состоянии растянута на  $4 \text{ см}$ . Пружину растягивают ещё на  $2 \text{ см}$ .

а) Какую работу совершает сила упругости со стороны пружины при дополнительном растяжении: положительную или отрицательную?

б) Чему равна работа силы упругости пружины при дополнительном растяжении?

в) Какую работу совершит сила упругости пружины при возвращении в недеформированное состояние?

2. Игрушечный автомобиль массой  $200 \text{ г}$  равномерно поднимается по наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  со скоростью  $2 \text{ м/с}$ . Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) На какую высоту поднимется автомобиль за  $1 \text{ с}$ ?

б) Какую работу совершает при этом сила тяжести, действующая на автомобиль?

в) Какую мощность развивает двигатель автомобиля?

### Вариант 4

1. Человек поднимает гирию массой  $1 \text{ кг}$ , прикладывая направленную вверх силу, равную  $12 \text{ Н}$ . В начальный момент гирия покоилась.

а) Какую работу совершила приложенная человеком сила за время, в течение которого гирия поднялась на высоту  $1 \text{ м}$ ?

б) С каким ускорением двигалась гирия?

в) Какую работу совершила действующая на гирию сила тяжести за первую секунду подъёма?

2. Лифт с пассажирами общей массой  $1 \text{ т}$  движется вверх из состояния покоя с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$  в течение  $2 \text{ с}$ , после чего движется равномерно.

а) Чему равна скорость равномерного движения лифта?

б) Какую мощность будет развивать двигатель лифта при равномерном движении?

в) Постройте график зависимости мощности двигателя лифта от времени в течение первых  $3 \text{ с}$  движения.

**Самостоятельная работа № 17****Энергия и работа.  
Потенциальная и кинетическая энергии****Вариант 1**

1. В начальном состоянии пружина жёсткостью  $100 \text{ Н/м}$  растянута на  $2 \text{ см}$ .

- а) Чему равна начальная потенциальная энергия пружины?
- б) Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину ещё на  $2 \text{ см}$ ?
- в) Чему будет равна при этом потенциальная энергия пружины?

2. Шар массой  $100 \text{ г}$  брошен вертикально вверх со скоростью  $20 \text{ м/с}$ . Нулевому уровню потенциальной энергии соответствует начальное положение шара. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- а) Чему равна начальная кинетическая энергия шара?
- б) На какой высоте (по сравнению с начальной) кинетическая энергия шара равна его потенциальной энергии?
- в) Через сколько времени после броска кинетическая энергия шара будет равна его потенциальной энергии?

**Вариант 2**

1. В начальном состоянии потенциальная энергия растянутой пружины жёсткостью  $100 \text{ Н/м}$  равна  $45 \text{ мДж}$ .

- а) Чему равно удлинение пружины в начальном состоянии?
- б) Каким станет удлинение пружины, если её потенциальная энергия увеличится в  $2$  раза?
- в) Какую работу надо совершить после этого, чтобы увеличить удлинение пружины ещё в  $2$  раза?

2. Шар массой  $200 \text{ г}$  свободно падает с высоты  $80 \text{ м}$ . Нулевому уровню потенциальной энергии соответствует конечное положение шара.

- а) Чему равна начальная потенциальная энергия шара?
- б) На какой высоте кинетическая энергия шара равна его потенциальной энергии?
- в) Чему будет равна скорость шара в момент, когда его кинетическая энергия будет равна его потенциальной энергии?

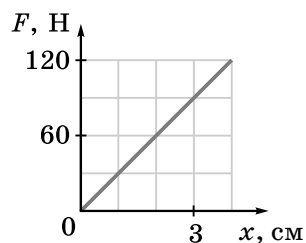
### Вариант 3

1. Лежащему на столе бруску массой 200 г толчком сообщают скорость, равную 2 м/с. Когда брусок проделал путь, равный 50 см, его скорость стала равной 1 м/с.

- Чему равна начальная кинетическая энергия бруска?
- Чему равно изменение кинетической энергии бруска?
- Чему равен коэффициент трения между бруском и столом?

2. На рисунке изображена часть графика зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины.

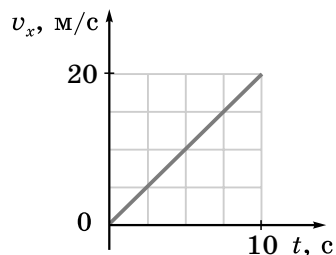
- Чему равна жёсткость пружины?
- Чему равна потенциальная энергия пружины, когда её удлинение равно 2 см?
- Какую работу надо совершить, чтобы увеличить удлинение пружины ещё на 3 см?



### Вариант 4

1. На рисунке изображён график зависимости скорости от времени для автомобиля массой 800 кг. Автомобиль поднимается по прямой дороге вверх по склону, подъём которого составляет 20 м на 1 км пути. Нулевой уровень потенциальной энергии соответствует начальному положению автомобиля.

- Чему равна кинетическая энергия автомобиля через 2 с после начала движения?
- Через сколько времени после начала движения кинетическая энергия автомобиля станет равной 14,4 кДж?
- Чему равно отношение кинетической энергии автомобиля к его потенциальной энергии при движении, описываемом данным графиком?



2. Шар массой 500 г бросили со скоростью 20 м/с под углом  $30^\circ$  к горизонту. Нулевой уровень потенциальной энергии соответствует начальному положению шара. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- Чему равна начальная кинетическая энергия шара?
- Чему будет равно максимальное значение потенциальной энергии шара во время полёта?
- Через сколько времени после броска потенциальная энергия шара будет максимальной?

**Самостоятельная работа № 18****Закон сохранения энергии в механике****Вариант 1**

1. Подвешенный на нити длиной 80 см шар массой 100 г отклонили в сторону, держа нить натянутой под углом  $45^\circ$  к вертикали, и отпустили без толчка. Нулевому уровню потенциальной энергии груза соответствует его наинизшее положение (положение равновесия). Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) На какой высоте находится шар в начальном положении по сравнению с наинизшим положением?

б) Чему равна начальная потенциальная энергия шара?

в) Чему равна максимальная скорость шара?

2. Шайба массой 200 г соскальзывает с закреплённой гладкой горки высотой 60 см, плавно переходящей в горизонтальную поверхность. В конце спуска шайба абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся на горизонтальной поверхности бруском массой 500 г. Нулевому уровню потенциальной энергии шайбы соответствует её положение на горизонтальной поверхности.

а) Чему равна начальная потенциальная энергия шайбы?

б) Чему равна скорость шайбы в конце спуска?

в) С какой скоростью будут двигаться шайба и брусок сразу после столкновения?

**Вариант 2**

1. Санки массой 6 кг соскользнули с горки высотой 10 м. Скорость санок в конце спуска равна 12 м/с. Нулевому уровню потенциальной энергии санок соответствует их положение в конце спуска.

а) Чему равна начальная потенциальная энергия санок?

б) Чему равна работа силы трения при соскальзывании с горки?

в) Чему была бы равна скорость санок в конце спуска, если бы работа силы трения была в 2 раза меньше по модулю?

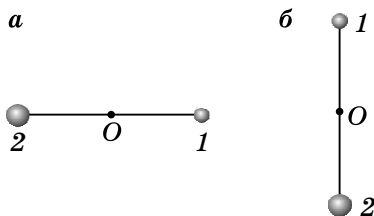
2. Небольшой шар массой 100 г висит на лёгком стержне длиной 30 см, который может вращаться без трения вокруг точки подвеса. В начальный момент шару сообщают толчком горизонтальную ско-

рость, равную 4 м/с. Нулевому уровню потенциальной энергии шара соответствует его наинизшее положение.

- Чему равна начальная кинетическая энергия шара?
- Чему равна минимальная кинетическая энергия шара?
- При какой минимальной начальной скорости шар сможет совершить полный оборот?

### Вариант 3

1. На концах лёгкого стержня длиной 1 м укреплены небольшие шары массами  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 200$  г. Стержень может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси  $O$ , проходящей через его середину. В начальный момент стержень удерживают в горизонтальном положении (рис. а). Когда его отпускают без толчка, он начинает вращаться и через некоторое время проходит положение равновесия (рис. б). Нулевому уровню потенциальной энергии шаров соответствует их начальное положение.



- Чему равна потенциальная энергия второго шара в положении равновесия?
- Чему равно изменение суммарной потенциальной энергии шаров при переходе из начального положения в положение равновесия?
- Чему будет равна скорость шаров при прохождении положения равновесия?

2. Брусок массой 200 г соединён с пружиной жёсткостью 100 Н/м и лежит на гладком столе. Другой конец пружины закреплён в стене. Брусок сдвинули так, что пружина сжалась на 4 см, и отпустили без толчка.



- Чему равна начальная потенциальная энергия пружины?
- Какова будет максимальная скорость бруска?
- Чему будет равна скорость бруска, когда удлинение пружины будет равно 3 см?

**Вариант 4**

1. Шар массой 1 кг подвешен к пружине жёсткостью 500 Н/м. Шар медленно поднимают до положения, при котором пружина становится недеформированной, и отпускают без толчка.

- а) Чему равно начальное удлинение пружины?
- б) Чему равна потенциальная энергия пружины, когда отпущенный шар проходит положение равновесия?
- в) Чему равна скорость шара при прохождении положения равновесия?

2. Камень массой 200 г бросили под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 20 м/с. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь. Нулевому уровню потенциальной энергии камня соответствует его начальное положение.

- а) Чему равна начальная кинетическая энергия камня?
- б) Чему равна потенциальная энергия камня через 1 с после броска?
- в) Чему равна минимальная кинетическая энергия камня во время полёта?

**Самостоятельная работа № 19****Неравномерное движение по окружности  
в вертикальной плоскости****Вариант 1**

1. Подвешенный на нити шарик отклонили в сторону так, что нить стала горизонтальной, и отпустили без толчка. Длина нити 40 см, масса шарика 50 г. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Нулевому уровню потенциальной энергии шарика соответствует его положение равновесия.

- а) Чему равна начальная потенциальная энергия шарика?
- б) Чему равна скорость шарика в момент, когда нить составляет угол  $60^\circ$  с вертикалью?
- в) Чему равна сила натяжения нити в этот же момент?

2. Висящему на лёгком стержне длиной 50 см шарiku массой 100 г сообщают толчком такую скорость, что он начинает двигаться по окружности в вертикальной плоскости.

- а) Какова минимально возможная скорость шарика в верхней точке?
- б) Какова минимально возможная скорость шарика в нижней точке?
- в) Каков минимальный вес шарика в нижней точке?

**Вариант 2**

1. Висящему на нити длиной 80 см шарiku массой 50 г сообщают толчком такую скорость, что он начинает двигаться по окружности в вертикальной плоскости.

- а) Каково минимально возможное ускорение шарика в верхней точке?
- б) Какова минимально возможная скорость шарика в верхней точке?
- в) Каков минимальный вес шарика в нижней точке?

2. Небольшая шайба массой 100 г скользит по гладкому жёлобу, переходящему в окружность радиусом 30 см, и совершает полный оборот. Начальная высота шайбы 1 м.

- а) Чему равна скорость шайбы в нижней точке траектории?
- б) Чему равна скорость шайбы в верхней точке окружности?
- в) С какой силой давит шайба на жёлоб в верхней точке окружности?



**Вариант 3**

1. Подвешенный на нити шарик отклонили в сторону так, что нить стала горизонтальной, и отпустили без толчка. Длина нити 80 см, масса шарика 100 г. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Нулевому уровню потенциальной энергии шарика соответствует его положение равновесия.

- Чему равна начальная потенциальная энергия шарика?
- Чему равна скорость шарика в момент, когда нить составляет угол  $30^\circ$  с вертикалью?
- Чему равна сила натяжения нити в этот же момент?

2. Шарик массой 40 г, подвешенный на лёгкой нити длиной 50 см, вращается в вертикальной плоскости.

- Каково минимально возможное ускорение шарика в верхней точке?
- Какова минимально возможная скорость шарика в нижней точке?
- Чему при этом равна сила натяжения нити в момент, когда она горизонтальна?

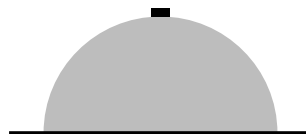
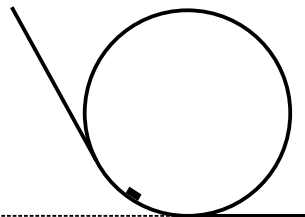
**Вариант 4**

1. Небольшая шайба массой 100 г скользит по гладкому жёлобу, переходящему в окружность радиусом 30 см. Начальная высота шайбы равна 60 см.

- Чему равна скорость шайбы в нижней точке траектории?
- С какой силой давит шайба на жёлоб в нижней точке траектории?
- На какой высоте шайба оторвётся от жёлоба?

2. На вершине гладкой закреплённой полушеры радиусом 60 см лежит небольшая шайба массой 100 г, которая начинает соскальзывать от очень слабого толчка.

- Чему равна скорость шайбы на высоте 50 см?
- С какой силой давит шайба на полушферу на этой высоте?
- Чему равна скорость шайбы в момент, когда она отрывается от полушферы?



## Самостоятельная работа №20

### Применение законов сохранения в механике к движению системы тел

#### Вариант 1

1. Снаряд вылетел из орудия вертикально вверх и разорвался на два осколка в верхней точке траектории. Скорости осколков сразу после разрыва направлены горизонтально. Масса первого осколка в 2 раза больше массы второго осколка. Первый осколок упал на землю через 40 с после разрыва на расстоянии 10 км от орудия. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- Чему была равна скорость первого осколка сразу после разрыва?
- На какой высоте разорвался снаряд?
- Чему равно расстояние по прямой от точки разрыва до места падения второго осколка?

2. В брусок массой 2 кг, подвешенный на лёгкой нити длиной 1 м, попадает горизонтально летящая пуля массой 10 г и застревает в нём. Скорость пули перед попаданием в брусок равна 600 м/с. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- Чему будет равна скорость бруска с пулей непосредственно после попадания пули?
- На какую максимальную высоту будет подниматься брусок с пулей во время возникших колебаний?
- Какая часть начальной механической энергии пули превратилась во внутреннюю энергию?

#### Вариант 2

1. Из пушки вылетел снаряд со скоростью 600 м/с под углом  $30^\circ$  к горизонту. В верхней точке траектории снаряд разорвался на два осколка равной массы, скорости которых сразу после разрыва направлены горизонтально. Первый осколок упал рядом с пушкой, из которой был произведён выстрел. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- Через какой промежуток времени после вылета из пушки разорвался снаряд?
- На каком расстоянии по горизонтали от пушки разорвался снаряд?

в) На каком расстоянии от пушки упал второй осколок?

2. В брусок массой  $0,5$  кг, подвешенный на лёгкой нити длиной  $1$  м, попадает горизонтально летящая пуля массой  $10$  г и застревает в нём. В результате брусок с пулей начинает двигаться по окружности в вертикальной плоскости. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равна минимально возможная скорость бруска с пулей в верхней точке траектории?

б) Чему равна минимально возможная скорость бруска с пулей в нижней точке траектории?

в) Чему равна минимально возможная скорость пули перед попаданием в брусок?

### Вариант 3

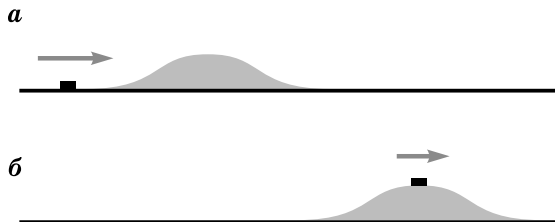
1. Снаряд вылетел из пушки вертикально вверх с начальной скоростью  $800$  м/с. В верхней точке траектории он разорвался на два осколка. Первый осколок упал на землю со скоростью  $1$  км/с, а второй осколок — со скоростью  $1,2$  км/с. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Масса какого осколка больше?

б) Чему равна скорость первого осколка сразу после разрыва?

в) Чему равно отношение масс осколков?

2. На покоящуюся на гладком столе гладкую горку высотой  $10$  см и массой  $100$  г налетает шайба массой  $20$  г (рис. а). Когда шайба скользит по горке, она не отрывается от горки. В конечном состоянии горка и шайба движутся как единое целое (рис. б).



а) На сколько кинетическая энергия системы в конечном состоянии меньше, чем кинетическая энергия системы в начальном состоянии?

б) Чему равна начальная скорость шайбы?

в) Чему равна конечная скорость горки с шайбой?

**Вариант 4**

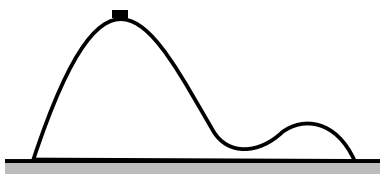
1. На гладком столе высотой 80 см лежит брусок массой 2 кг. В брусок попадает горизонтально летящая пуля массой 10 г и застревает в нём. Скорость пули перед попаданием в брусок равна 600 м/с. Брусок с пулей скользит по столу и слетает с него на пол. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему будет равна скорость бруска с пулей непосредственно после попадания пули?

б) Сколько времени будет двигаться брусок с пулей в воздухе?

в) На каком расстоянии по прямой от края стола брусок упадёт на пол?

2. На гладком столе покоится гладкая горка массой 200 г с двумя вершинами высотой 16 см и 4 см. С более высокой вершины начинает соскальзывать вправо шайба массой 40 г. Шайба не отрывается от горки.



а) Как будет направлена скорость горки в момент, когда шайба будет находиться на менее высокой вершине?

б) Чему в этот момент будет равна скорость горки?

в) Чему в этот момент будет равна скорость шайбы?

**Самостоятельная работа №21****Условия равновесия тела. Центр тяжести****Вариант 1**

1. Горизонтально распложенный цилиндрический стержень массой 12 кг и длиной 2 м опирается на две опоры. На первую опору, расположенную на расстоянии 50 см от левого конца стержня, стержень давит с силой 40 Н.

- а) С какой силой давит стержень на вторую опору?
- б) На каком расстоянии от правого конца стержня расположена вторая опора?
- в) Какую направленную вверх силу надо приложить к левому концу стержня, чтобы приподнять его?

2. На двух тросах висит груз массой 10 кг. Первый трос расположен горизонтально и натянут с силой 100 Н, а второй трос направлен под некоторым углом к горизонту.

- а) Чему равна векторная сумма сил, приложенных к грузу?
- б) Чему равна сила натяжения второго троса?
- в) Под каким углом к горизонту направлен второй трос?

**Вариант 2**

1. Стержень массой 25 кг и длиной 1,8 м, расположенный горизонтально, равномерно поднимают на двух параллельных тросах. Первый трос закреплён на конце стержня, а второй — на расстоянии 30 см от другого его конца.

- а) Сила натяжения какого троса больше?
- б) Во сколько раз сила натяжения одного троса больше, чем другого?
- в) Чему равны силы натяжения тросов? Обоснуйте свой ответ.

2. Концы троса закреплены на одинаковой высоте, а к середине троса подвешен груз массой 12 кг.

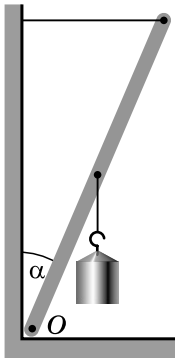
- а) Одинаковы ли силы натяжения тросов?
- б) При каком угле между тросами сила натяжения каждого троса равна действующей на груз силе тяжести?
- в) Чему равны силы натяжения тросов, если угол между ними прямой?

### Вариант 3

1. Брус массой 15 кг и длиной 2 м лежит на двух опорах. Первая опора расположена на расстоянии 20 см от левого конца стержня, а вторая — на расстоянии 60 см от правого конца.

- На какую опору брус давит сильнее?
- Во сколько раз сила давления бруса на одну опору больше, чем на другую?
- С какой направленной вниз силой надо надавить на правый конец бруса, чтобы приподнять его левый конец?

2. Нижний конец лёгкого стержня длиной 1 м закреплён в шарнире и может вращаться без трения вокруг точки  $O$ . Верхний конец стержня соединён тросом со стеной. Трос расположен горизонтально. К середине стержня подвешен груз массой 10 кг. Трением в шарнире можно пренебречь. Угол между стержнем и вертикалью равен  $30^\circ$ . Система находится в равновесии.



- Чему равно плечо силы, действующей на стержень со стороны груза, относительно точки  $O$ ?
- Чему равен момент силы, действующей на стержень со стороны троса, относительно точки  $O$ ?
- Чему равна сила натяжения троса?

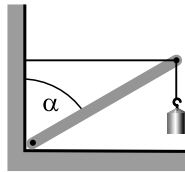
### Вариант 4

1. На одном из концов горизонтального стержня длиной 1,2 м и массой 10 кг подвешен груз массой 20 кг. Стержень имеет одну точку опоры и находится в равновесии.

- Чему равна сила натяжения троса?
- На каком расстоянии от конца стержня находится точка опоры?

в) На сколько надо передвинуть точку опоры, чтобы стержень остался в равновесии, если увеличить массу груза в 2 раза?

2. Нижний конец стержня длиной 1 м и массой 10 кг закреплён в шарнире и может поворачиваться в нём без трения. Верхний конец стержня соединён тросом со стеной. Трос расположен горизонтально. Груз массой 30 кг подвешен к верхнему концу стержня. Трением в шарнире можно пренебречь. Угол между стержнем и вертикалью равен  $60^\circ$ .



а) Чему равно плечо силы, действующей на стержень со стороны груза, относительно нижнего конца стержня?

б) Чему равен момент силы, действующей на стержень со стороны троса, относительно нижнего конца стержня?

в) Чему равна сила натяжения троса?

## Самостоятельная работа №22

### Равновесие жидкости и газа

#### Вариант 1

1. В пресной воде плавает плоская льдина площадью  $2 \text{ м}^2$ . Толщина льдины  $20 \text{ см}$ .

- а) Какова высота надводной части льдины?
- б) Чему равна действующая на льдину выталкивающая сила?
- в) Какой массы груз надо положить на льдину, чтобы её верхняя поверхность оказалась на уровне воды?

2. Воздушный шар объёмом  $200 \text{ м}^3$  находится в равновесии вблизи поверхности земли, где плотность окружающего воздуха равна  $1,28 \text{ кг/м}^3$ . После того как с шара сбросили балласт, шар поднялся до высоты, на которой плотность окружающего воздуха в 2 раза меньше, чем вблизи поверхности земли. При этом подъёме объём шара увеличился в 1,5 раза. Примите, что объёмом корзины с грузом можно пренебречь по сравнению с объёмом шара.

- а) Как изменилась при подъёме действующая на шар сила Архимеда: увеличилась или уменьшилась?
- б) Во сколько раз изменилась сила Архимеда при подъёме шара?
- в) Чему равна конечная масса шара с грузом?

#### Вариант 2

1. Алюминиевый цилиндр, подвешенный к динамометру, погружают полностью сначала в воду, а затем в керосин. Разность показаний динамометра в описанных опытах равна  $1 \text{ Н}$ .

- а) При погружении в какую жидкость показание динамометра больше?
- б) Чему равен объём цилиндра?
- в) Чему будет равно показание динамометра, если погрузить цилиндр в керосин наполовину?

2. В левое колено U-образной трубки, частично заполненной водой, налили столб керосина высотой  $5 \text{ см}$ . Оба колена трубки имеют одинаковый диаметр.

- а) Чему стало равным гидростатическое давление в трубке на нижнем уровне столба керосина?



- б) Какова высота столба воды над этим уровнем?
- в) На сколько поднялся уровень воды в правом колене после наливания керосина?

### Вариант 3

1. Когда на плавающую в пресной воде льдину положили груз массой 100 кг, объём надводной части льдины уменьшился в 2 раза.

- а) Как изменилась действующая на льдину сила Архимеда: увеличилась или уменьшилась?
- б) На сколько уменьшился объём надводной части льдины?
- в) Чему равна масса льдины?

2. Наполненный гелием воздушный шар-зонд поднял измерительные инструменты на высоту, на которой плотность воздуха равна  $0,7 \text{ кг/м}^3$ . Плотность гелия в 7,25 раза меньше плотности воздуха при тех же температуре и давлении. Объём шара на этой высоте равен  $5 \text{ м}^3$ , масса оболочки шара 1 кг, объёмом оболочки и груза можно пренебречь.

- а) Чему равна сила Архимеда, действующая на шар на данной высоте?
- б) Чему равна масса гелия в шаре?
- в) Чему равна масса измерительных инструментов?

### Вариант 4

1. На лёгком стержне длиной 1 м, подвешенном в середине, уравновешены свинцовый и алюминиевый шары. Шары погружают в воду.

- а) Равны ли диаметры шаров? Если нет, то диаметр какого шара больше?
- б) Равны ли действующие на шары со стороны воды силы Архимеда? Если нет, то на какой шар действует бóльшая сила Архимеда?
- в) В сторону какого шара и на сколько надо сдвинуть точку подвеса, чтобы стержень с шарами в воде находился в равновесии?

2. В наполненный доверху сосуд с водой кладут медный куб, который полностью погружается в воду. При этом из сосуда выливается  $112 \text{ см}^3$  воды. Вода подтекает под куб.

- а) Чему равна масса куба?
- б) С какой силой будет давить куб на плоское дно сосуда?
- в) Какое давление будет оказывать куб на дно сосуда, если из сосуда вылить воду?

## МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

### Самостоятельная работа №23

#### Изопроцессы

##### Вариант 1

1. Данную массу газа в сосуде под поршнем в первом процессе изотермически сжимают, уменьшая объём газа в 2 раза, а затем во втором процессе изобарно расширяют, увеличивая объём газа в 3 раза.

а) Какие характеризующие газ величины изменялись в каждом процессе?

б) Как изменилось давление газа в первом процессе?

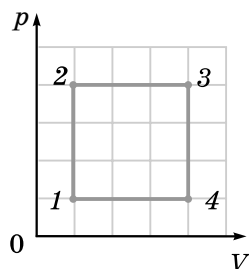
в) Чему равно отношение давления газа в конечном состоянии к давлению газа в начальном состоянии?

2. На рисунке изображён график газового процесса, состоящего из четырёх этапов. Абсолютная температура газа в состояниях 1 и 3 равна соответственно 100 К и 1600 К.

а) Являются ли этапы данного процесса какими-либо изопроцессами? Если да, то какими?

б) Есть ли среди состояний 1, 2, 3, 4 состояния с одинаковой температурой? Если да, то какие?

в) Чему равна температура в состоянии 2?



##### Вариант 2

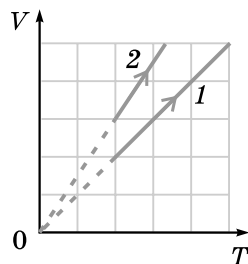
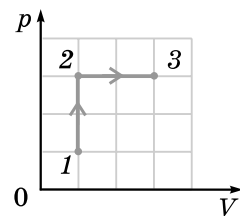
1. На рисунке изображён график зависимости давления данной массы газа от объёма. Известно, что в процессе 1–2 абсолютная температура газа увеличилась на 180 К.

а) Являются ли процессы 1–2 и 2–3 какими-либо изопроцессами? Если да, то какими?

б) Чему равна абсолютная температура газа в состоянии 2?

в) Чему равна абсолютная температура газа в состоянии 3?

2. На рисунке изображены графики зависимости объёма одной и той же массы данного газа от температуры в двух различных процессах.

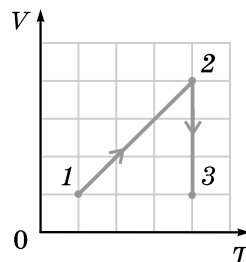


- а) Являются ли эти процессы какими-либо изопроцессами? Если да, то какими?
- б) В каком из процессов давление газа больше?
- в) Во сколько раз давление газа в одном из процессов больше, чем в другом?

### Вариант 3

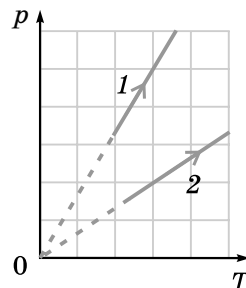
1. На рисунке изображён график зависимости объёма данной массы газа от температуры. Известно, что в процессе 2–3 объём газа уменьшился на 1,5 л.

- а) Являются ли процессы 1–2 и 2–3 какими-либо изопроцессами? Если да, то какими?
- б) Чему равен объём газа в состоянии 2?
- в) Чему равно отношение давлений газа в состояниях 3 и 1?



2. На рисунке изображены графики зависимости давления одной и той же массы данного газа от температуры в двух различных процессах.

- а) Являются ли эти процессы какими-либо изопроцессами? Если да, то какими?
- б) В каком из процессов объём газа больше?
- в) Во сколько раз объём газа в одном из процессов больше, чем в другом?



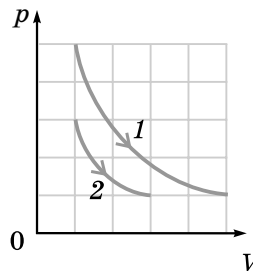
### Вариант 4

1. При изохорном нагревании от 27 °С до 327 °С давление данной массы газа увеличилось на 200 кПа.

- а) Чему равны начальная и конечная абсолютная температура газа?
- б) Во сколько раз увеличилось давление газа?
- в) Чему равно конечное давление газа?

2. На рисунке изображены графики зависимости давления одной и той же массы данного газа от объёма в двух различных процессах.

- а) Являются ли эти процессы какими-либо изопроцессами? Если да, то какими?
- б) В каком из процессов температура газа больше?
- в) Во сколько раз температура газа в одном из процессов больше, чем в другом?



**Самостоятельная работа № 24****Уравнение состояния идеального газа****Вариант 1**

1. В сосуде объёмом 3 л при 27 °С содержится смесь газов, состоящая из кислорода и гелия. Масса кислорода 4 г, масса гелия 2 г.

- а) Для какого газа количество вещества больше? Во сколько раз?
- б) Парциальное давление какого газа больше? Во сколько раз?
- в) Чему равно давление смеси газов?

2. В некотором процессе температура и объём данной массы газа связаны соотношением  $TV = \text{const}$ .

- а) Является ли данный процесс изопроцессом? Если да, то каким?
- б) Увеличивается или уменьшается давление газа при увеличении его температуры в данном процессе?
- в) Во сколько раз изменяется давление газа при увеличении его абсолютной температуры в 2 раза?

**Вариант 2**

1. В сосуде объёмом 20 л при 127 °С содержится смесь газов, состоящая из водорода и гелия. Масса водорода 6 г, масса гелия 4 г.

- а) Для какого газа количество вещества больше? Во сколько раз?
- б) Парциальное давление какого газа больше? Во сколько раз?
- в) Чему равно давление смеси газов?

2. В некотором процессе температура и давление данной массы газа связаны соотношением  $Tr = \text{const}$ .

- а) Является ли данный процесс изопроцессом? Если да, то каким?
- б) Увеличивается или уменьшается объём газа при увеличении его температуры в данном процессе?
- в) Во сколько раз изменяется объём газа при увеличении его абсолютной температуры в 3 раза?

**Вариант 3**

1. В сосуде объёмом 5 л при 227 °С содержится смесь газов, состоящая из водорода и азота. Парциальное давление каждого газа равно 200 кПа.

- а) Чему равно давление смеси газов?

- б) Масса какого газа больше? Во сколько раз?
- в) Чему равна масса каждого газа?

2. В некотором процессе температура и объём данной массы газа связаны соотношением  $TV = \text{const}$ .

- а) Является ли данный процесс изопроцессом? Если да, то каким?
- б) Увеличивается или уменьшается давление газа при увеличении его объёма в данном процессе?
- в) Во сколько раз изменяется давление газа при увеличении его объёма в 2 раза?

#### Вариант 4

1. В сосуде объёмом 12 л при  $-73^\circ\text{C}$  содержится смесь газов, состоящая из гелия и азота. Парциальное давление гелия равно 50 кПа, а парциальное давление азота равно 200 кПа.

- а) Чему равно давление смеси газов?
- б) Масса какого газа больше? Во сколько раз?
- в) Чему равна масса каждого газа?

2. В некотором процессе температура и давление данной массы газа связаны соотношением  $Tr = \text{const}$ .

- а) Является ли данный процесс изопроцессом? Если да, то каким?
- б) Увеличивается или уменьшается объём газа при увеличении его давления в данном процессе?
- в) Во сколько раз изменяется объём газа при увеличении его давления в 3 раза?

**Самостоятельная работа №25****Абсолютная температура и средняя кинетическая энергия молекул****Вариант 1**

1. Температура газа  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , его плотность  $0,8\text{ кг/м}^3$ , а среднеквадратичная скорость его молекул  $483\text{ м/с}$ .

- а) Чему равна абсолютная температура газа?
- б) Какой это может быть газ?
- в) Чему равно давление газа?

2. При нагревании газа на  $200\text{ К}$  среднеквадратичная скорость движения молекул увеличилась от  $731\text{ м/с}$  до  $844\text{ м/с}$ .

- а) Чему равно отношение средних кинетических энергий поступательного движения молекул в конечном и начальном состояниях?
- б) Чему равна начальная абсолютная температура газа?
- в) Какой это может быть газ?

**Вариант 2**

1. Температура газа  $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ , его плотность  $0,2\text{ кг/м}^3$ , а среднеквадратичная скорость его молекул  $2235\text{ м/с}$ .

- а) Чему равна абсолютная температура газа?
- б) Какой это может быть газ?
- в) Чему равно давление газа?

2. При нагревании газа на  $100\text{ К}$  среднеквадратичная скорость движения молекул увеличилась от  $789\text{ м/с}$  до  $837\text{ м/с}$ .

- а) Чему равно отношение средних кинетических энергий поступательного движения молекул в конечном и начальном состояниях?
- б) Чему равна конечная абсолютная температура газа?
- в) Какой это может быть газ?

**Вариант 3**

1. В сосуде объёмом  $2\text{ м}^3$  находится газ массой  $1,5\text{ кг}$  при температуре  $266\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Давление в сосуде  $120\text{ кПа}$ .

- а) Чему равна плотность газа?
- б) Чему равна среднеквадратичная скорость молекул газа?
- в) Какой это может быть газ?

2. Среднеквадратичная скорость поступательного движения молекул гелия равна 1200 м/с, давление газа равно 300 кПа.

- а) Чему равна абсолютная температура газа?
- б) Чему равна средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул?
- в) Чему равна концентрация газа?

#### Вариант 4

1. В сосуде объёмом 3 м<sup>3</sup> находится газ массой 4 кг при температуре –219 °С. Давление в сосуде 150 кПа.

- а) Чему равна плотность газа?
- б) Чему равна среднеквадратичная скорость молекул газа?
- в) Какой это может быть газ?

2. Среднеквадратичная скорость поступательного движения молекул кислорода равна 600 м/с, давление газа равно 200 кПа.

- а) Чему равна абсолютная температура газа?
- б) Чему равна средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул?
- в) Чему равна концентрация газа?

**Самостоятельная работа №26****Насыщенный пар. Влажность<sup>1)</sup>****Вариант 1**

1. Цилиндр под поршнем заполнен насыщенным водяным паром при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Начальный объём под поршнем равен  $1,2\text{ л}$ .

- а) Чему равно давление пара?
- б) Чему равна масса пара?
- в) Чему будет равно давление пара, если его объём увеличить в 3 раза при той же температуре?

2. В комнате объёмом  $60\text{ м}^3$  содержится  $843\text{ г}$  водяного пара при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- а) Чему равно парциальное давление насыщенного водяного пара при данной температуре?
- б) Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?
- в) На сколько надо понизить температуру воздуха, чтобы выпала роса?

**Вариант 2**

1. Парциальное давление водяного пара при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно  $1,7\text{ кПа}$ .

- а) Чему равна относительная влажность воздуха?
- б) Чему равна масса водяного пара в одном кубическом метре воздуха?
- в) На сколько надо понизить температуру воздуха, чтобы выпала роса?

2. Цилиндр под поршнем заполнен насыщенным водяным паром при температуре  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Начальный объём под поршнем равен  $2\text{ л}$ .

- а) Чему равно давление пара?
- б) Чему равна масса пара?
- в) Чему будет равно давление пара, если его объём уменьшить в 2 раза при той же температуре?

---

<sup>1)</sup> При выполнении работы рекомендуется использовать справочные данные в конце учебника.



**Вариант 3**

1. Цилиндр под поршнем заполнен воздухом при температуре  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности  $60\%$ . Начальный объём под поршнем равен  $2\text{ л}$ .

а) Чему равно парциальное давление насыщенного водяного пара при данной температуре?

б) Чему равна масса водяного пара в воздухе?

в) До какого объёма надо сжать воздух при той же температуре, чтобы началось выпадение росы?

2. В закрытом сосуде объёмом  $6\text{ л}$  находится воздух при температуре  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности  $60\%$ .

а) Чему равно парциальное давление насыщенного водяного пара при данной температуре?

б) Чему равна масса водяного пара в воздухе?

в) Какая масса воды образуется в сосуде, если его охладить до  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

**Вариант 4**

1. В закрытом сосуде объёмом  $4\text{ л}$  находится воздух при температуре  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности  $70\%$ .

а) Чему равно парциальное давление насыщенного водяного пара при данной температуре?

б) Чему равна масса водяного пара в воздухе?

в) Какая масса воды образуется в сосуде, если его охладить до  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

2. Цилиндр под поршнем заполнен воздухом при температуре  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности  $40\%$ . Начальный объём под поршнем равен  $2\text{ л}$ .

а) Чему равно парциальное давление насыщенного водяного пара при данной температуре?

б) Чему равна масса водяного пара в воздухе?

в) До какого объёма надо сжать воздух при той же температуре, чтобы началось выпадение росы?

## ТЕРМОДИНАМИКА

### Самостоятельная работа №27

#### Первый закон термодинамики<sup>1)</sup>

##### Вариант 1

1. Алюминиевый цилиндр массой 200 г вынули из кипятка и погрузили в калориметр с водой при температуре 20 °С. После установления теплового равновесия температура содержимого сосуда стала равной 30 °С. Удельная теплоёмкость алюминия равна  $0,9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$ .

- Чему равно количество теплоты, переданное цилиндром воде?
- Чему равна масса воды?
- Чему станет равна температура содержимого калориметра, если погрузить в него второй такой же цилиндр, вынутый из кипятка?

2. Данная масса газа получила количество теплоты, равное 400 Дж, и совершила при этом работу, равную 300 Дж.

- Как изменилась внутренняя энергия газа?
- Мог ли данный процесс быть изотермическим? Обоснуйте свой ответ.
- Мог ли данный процесс быть изохорным? Обоснуйте свой ответ.

##### Вариант 2

1. Стальной цилиндр массой 300 г вынули из кипятка и погрузили в калориметр с водой при температуре 20 °С. После установления теплового равновесия температура содержимого сосуда стала равной 35 °С. Удельная теплоёмкость стали равна  $0,46 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$ .

- Чему равно количество теплоты, переданное цилиндром воде?
- Чему равна масса воды?
- Чему станет равна температура содержимого калориметра, если погрузить в него второй такой же цилиндр, вынутый из кипятка?

2. Данная масса газа получила количество теплоты, равное 200 Дж, и совершила при этом работу, равную нулю.

<sup>1)</sup> При выполнении работы рекомендуется использовать справочные данные в конце учебника.

- а) Как изменилась внутренняя энергия газа?
- б) Мог ли данный процесс быть изотермическим? Обоснуйте свой ответ.
- в) Мог ли данный процесс быть изохорным? Обоснуйте свой ответ.

### Вариант 3

1. Медный цилиндр вынули из кипятка и погрузили в калориметр с водой при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Масса воды в калориметре  $200\text{ г}$ . После установления теплового равновесия температура содержимого сосуда стала равной  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Удельная теплоёмкость меди равна  $0,39\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ .

- а) Чему равно количество теплоты, полученное водой?
- б) Чему равна масса цилиндра?
- в) Чему станет равна температура содержимого калориметра, если погрузить в него второй такой же цилиндр, вынутый из кипятка?

2. Данная масса газа получила количество теплоты, равное  $500\text{ Дж}$ , и совершила при этом работу, равную  $500\text{ Дж}$ .

- а) Как изменилась внутренняя энергия газа?
- б) Мог ли данный процесс быть изотермическим? Обоснуйте свой ответ.
- в) Мог ли данный процесс быть изохорным? Обоснуйте свой ответ.

### Вариант 4

1. Свинцовый цилиндр массой  $300\text{ г}$  вынули из кипятка и погрузили в калориметр с водой. Масса воды в калориметре  $200\text{ г}$ . После установления теплового равновесия температура содержимого сосуда стала равной  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Удельная теплоёмкость свинца равна  $0,13\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$ .

- а) Чему равно количество теплоты, переданное цилиндром воде?
- б) Чему равна начальная температура воды?
- в) Чему станет равна температура содержимого калориметра, если погрузить в него второй такой же цилиндр, вынутый из кипятка?

2. В некотором процессе данная масса газа совершила работу, равную  $700\text{ Дж}$ . При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на  $700\text{ Дж}$ .

- а) Мог ли данный процесс быть изотермическим?
- б) Мог ли данный процесс быть изохорным? Обоснуйте свой ответ.
- в) Каким мог быть данный процесс? Обоснуйте свой ответ.

## Самостоятельная работа №28

### Применение первого закона термодинамики к газовым процессам

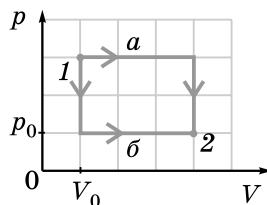
#### Вариант 1

1. В металлическом баллоне, погружённом в воду с тающим льдом, содержится аргон. После того как баллон погрузили в кипяток, внутренняя энергия газа увеличилась на 300 Дж.

- Во сколько раз увеличилась внутренняя энергия газа?
- Чему равно количество вещества в газе?
- Чему равна масса газа?

2. Данную массу одноатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 2 двумя различными способами: *a* и *б* (см. рисунок).

- При каком способе работа газа больше?
- Во сколько раз работа газа при одном способе больше, чем при другом?
- Во сколько раз количество теплоты, переданное газу при одном способе, больше, чем при другом?



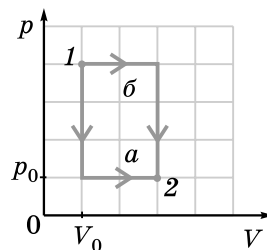
#### Вариант 2

1. В металлическом баллоне, погружённом в воду с тающим льдом, содержится 6,42 г инертного газа. После того как баллон погрузили в кипяток, внутренняя энергия газа увеличилась на 400 Дж.

- Во сколько раз увеличилась абсолютная температура газа?
- Чему равно количество вещества в газе?
- Какой это газ?

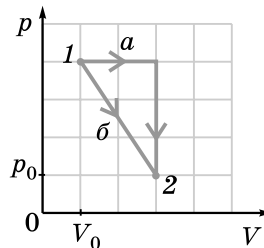
2. Данную массу одноатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 2 двумя различными способами: *a* и *б* (см. рисунок).

- При каком способе работа газа больше?
- Во сколько раз работа газа при одном способе больше, чем при другом?
- Во сколько раз количество теплоты, переданное газу при одном способе, больше, чем при другом?



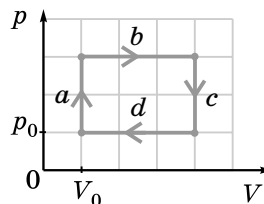
### Вариант 3

1. Данную массу одноатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 2 двумя различными способами: *a* и *б* (см. рисунок).



- а) При каком способе работа газа больше?
- б) Во сколько раз работа газа при одном способе больше, чем при другом?
- в) Во сколько раз количество теплоты, переданное газу при одном способе, больше, чем при другом?

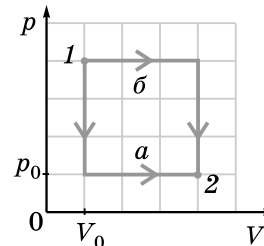
2. На рисунке изображён график циклического процесса с данной массой одноатомного газа, состоящий из этапов *a*, *b*, *c*, *d*. Значения  $p_0$  и  $V_0$  считайте известными.



- а) На каком этапе (каких этапах) внутренняя энергия газа увеличивалась?
- б) Чему равна полезная работа газа за цикл?
- в) На каком этапе (каких этапах) газ получил некоторое количество теплоты? Чему оно равно?

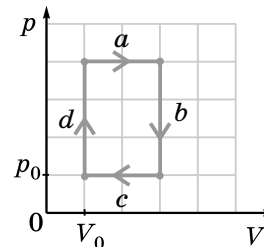
### Вариант 4

1. Данную массу одноатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 2 двумя различными способами: *a* и *б* (см. рисунок).



- а) При каком способе работа газа больше?
- б) Во сколько раз работа газа при одном способе больше, чем при другом?
- в) Во сколько раз количество теплоты, переданное газу при одном способе, больше, чем при другом?

2. На рисунке изображён график циклического процесса с данной массой одноатомного газа, состоящий из этапов *a*, *b*, *c*, *d*. Значения  $p_0$  и  $V_0$  считайте известными.



- а) На каком этапе (каких этапах) внутренняя энергия газа увеличивалась?
- б) Чему равна полезная работа газа за цикл?
- в) На каком этапе (каких этапах) газ получил некоторое количество теплоты? Чему оно равно?

## Самостоятельная работа №29

### Тепловые двигатели

#### Вариант 1

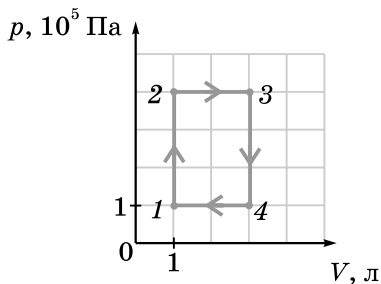
1. Тепловой двигатель получил от нагревателя за некоторое время количество теплоты, равное 4 МДж, а охладителю за то же самое время отдал количество теплоты, равное 3 МДж. Температура нагревателя равна 1200 К, а температура охладителя равна 400 К.

а) Чему равна полезная работа, совершённая двигателем за данное время?

б) Чему равен КПД данного двигателя?

в) Во сколько раз максимально возможный КПД этого двигателя больше реального?

2. На рисунке изображён график зависимости давления данной массы одноатомного газа от объёма.



а) На каких этапах газ получал количество теплоты от нагревателя?

б) Чему равно количество теплоты, полученное от нагревателя за один цикл?

в) Чему равен КПД цикла?

#### Вариант 2

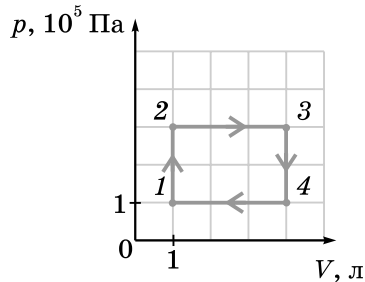
1. Тепловой двигатель получил от нагревателя за некоторое время количество теплоты, равное 9 МДж, а охладителю за то же самое время отдал количество теплоты, равное 6 МДж. Температура нагревателя равна 1100 К, а температура охладителя равна 300 К.

а) Чему равна полезная работа, совершённая двигателем за данное время?

б) Чему равен КПД данного двигателя?

в) Во сколько раз максимально возможный КПД этого двигателя больше реального?

2. На рисунке изображён график зависимости давления данной массы одноатомного газа от объёма.



а) На каких этапах газ отдавал количество теплоты охладителю?

б) Чему равна работа газа за один цикл?

в) Чему равен КПД цикла?

### Вариант 3

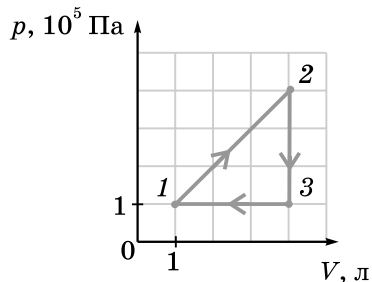
1. Тепловой двигатель с КПД, равным 25 %, получил за некоторое время от нагревателя количество теплоты, равное 12 МДж.

а) Чему равна полезная работа, совершённая двигателем за данное время?

б) Чему равно отношение количества теплоты, полученной двигателем от нагревателя, к количеству теплоты, отданной двигателем холодильнику?

в) Каким станет КПД двигателя, если количество теплоты, отданное охладителю, уменьшится на 10 %, а количество теплоты, полученное от нагревателя, не изменится?

2. На рисунке изображён график зависимости давления данной массы одноатомного газа от объёма.



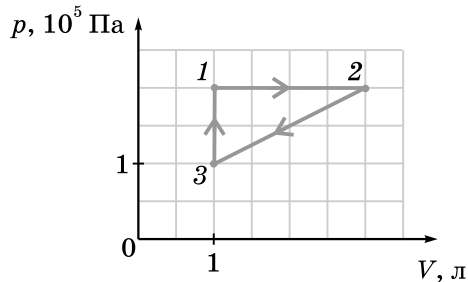
- а) На каких этапах газ получал количество теплоты от нагревателя?
- б) Чему равно количество теплоты, полученное от нагревателя за один цикл?
- в) Чему равен КПД цикла?

#### Вариант 4

1. Тепловой двигатель с КПД, равным 30 %, получил за некоторое время от нагревателя количество теплоты, равное 20 МДж.

- а) Чему равна полезная работа, совершённая двигателем за данное время?
- б) Чему равно отношение количества теплоты, полученной двигателем от нагревателя, к количеству теплоты, отданной двигателем холодильнику?
- в) Каким станет КПД двигателя, если количество теплоты, полученное от нагревателя, увеличится на 10 %, а количество теплоты, отданное охладителю, не изменится?

2. На рисунке изображён график зависимости давления данной массы одноатомного газа от объёма.



- а) На каких этапах газ отдавал количество теплоты охладителю?
- б) Чему равна работа газа за один цикл?
- в) Чему равен КПД цикла?



**Самостоятельная работа №30****Изменения агрегатных состояний вещества****Вариант 1**

1. В калориметр, содержащий 150 г льда при температуре  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , впускали водяной пар при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до тех пор, пока весь лёд не растаял. Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ , удельная теплота парообразования воды  $2300\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты надо сообщить льду, чтобы нагреть его до температуры плавления?
- б) Какое количество теплоты надо сообщить льду в начальном состоянии, чтобы он весь растаял?
- в) Чему равна масса воды в калориметре в конечном состоянии?

2. В калориметр, содержащий 350 г льда при температуре  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , добавили 3 кг воды. После установления теплового равновесия в калориметре оказалась вода при температуре  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты поглощает лёд, нагреваясь до температуры плавления?
- б) Какое количество теплоты поглощает лёд в начальном состоянии для превращения в воду в конечном состоянии?
- в) Чему равна начальная температура воды?

**Вариант 2**

1. В калориметр, содержащий 250 г льда при температуре  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , впускали водяной пар при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до тех пор, пока весь лёд не растаял. Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ , удельная теплота парообразования воды  $2300\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты надо сообщить льду, чтобы нагреть его до температуры плавления?
- б) Какое количество теплоты надо сообщить льду в начальном состоянии, чтобы он весь растаял?
- в) Чему равна масса воды в калориметре в конечном состоянии?

2. В калориметр, содержащий 250 г льда при температуре  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , добавили некоторую массу воды при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После уста-

новления теплового равновесия в калориметре оказалась вода при температуре  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты поглощает лёд, нагреваясь до температуры плавления?
- б) Какое количество теплоты поглощает лёд в начальном состоянии для превращения в воду при конечной температуре?
- в) Чему равна начальная масса воды?

### Вариант 3

1. В калориметр, содержащий  $100\text{ г}$  льда при температуре  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , впускали водяной пар при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до тех пор, пока в калориметре не оказался кипяток. Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ , удельная теплота парообразования воды  $2300\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты надо сообщить льду, чтобы нагреть его до температуры плавления?
- б) Какое количество теплоты надо сообщить льду в начальном состоянии, чтобы он превратился в кипяток?
- в) Чему равна масса воды в калориметре в конечном состоянии?

2. В калориметр, содержащий  $2,3\text{ кг}$  льда, добавили  $100\text{ г}$  воды при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После установления теплового равновесия в калориметре оказался только лёд при температуре  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты отдаёт вода, охлаждаясь до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
- б) Какое количество теплоты отдаёт вода в начальном состоянии для превращения в лёд при конечной температуре?
- в) Чему равна начальная температура льда?

### Вариант 4

1. В калориметр, содержащий  $150\text{ г}$  льда при температуре  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , впускали водяной пар при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до тех пор, пока в калориметре не оказался кипяток. Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ , удельная теплота парообразования воды  $2300\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты надо сообщить льду, чтобы нагреть его до температуры плавления?
- б) Какое количество теплоты надо сообщить льду в начальном состоянии, чтобы он превратился в кипяток?
- в) Чему равна масса воды в калориметре в конечном состоянии?

2. В калориметр, содержащий лёд при температуре  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , добавили  $150\text{ г}$  воды при температуре  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После установления теплового равновесия в калориметре оказался только лёд при температуре  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты отдаёт вода, охлаждаясь до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
- б) Какое количество теплоты отдаёт вода в начальном состоянии для превращения в лёд при конечной температуре?
- в) Чему равна начальная масса льда?

## ЭЛЕКТРОСТАТИКА

### Самостоятельная работа №31

#### Электрические взаимодействия

##### Вариант 1

1. К сфере незаряженного электромметра поднесли положительно заряженную палочку, не касаясь ею сферы электромметра.

- а) Отклонилась ли стрелка электромметра? Обоснуйте свой ответ.
- б) Приобрёл ли электромметр электрический заряд? Обоснуйте свой ответ.
- в) Какие по знаку заряды образовались на сфере, стержне и стрелке электромметра?

2. Две капли, имеющие заряды  $-5e$  и  $3e$ , находятся на расстоянии 50 см друг от друга.

- а) Капли притягиваются или отталкиваются? Обоснуйте свой ответ.
- б) С какими по модулю силами взаимодействуют капли?
- в) Во сколько раз по модулю изменятся силы взаимодействия капель, если каждая капля потеряет по два электрона?

##### Вариант 2

1. Два одинаковых металлических шарика, имеющие заряды 3 нКл и 7 нКл, находятся на расстоянии 80 см друг от друга.

- а) Шарики притягиваются или отталкиваются? Обоснуйте свой ответ.
- б) С какими по модулю силами взаимодействуют шарики?
- в) Во сколько раз по модулю изменятся силы взаимодействия шариков, если привести их в соприкосновение, а потом развести на прежнее расстояние?

2. На концах гладкого горизонтального изолирующего стержня длиной 18 см укреплены заряженные шарики с зарядами 4 нКл и 16 нКл. Между ними находится третий заряженный шарик с зарядом 6 нКл, который может скользить по стержню. Третий шарик находится в равновесии.

- а) С какими по модулю силами взаимодействуют шарики, укрепленные на концах стержня?

- б) На каком расстоянии от шарика с зарядом  $3 \text{ нКл}$  расположен третий шарик?
- в) С какими по модулю силами взаимодействуют ближайшие из трёх шариков?

### Вариант 3

1. Расстояние между двумя равными точечными зарядами уменьшили на  $60 \text{ см}$ . При этом силы взаимодействия между зарядами изменились по модулю в  $4$  раза.

- а) Увеличились или уменьшились силы взаимодействия между зарядами? Обоснуйте свой ответ.
- б) Чему равно начальное расстояние между зарядами?
- в) Чему равны заряды, если при уменьшении расстояния между зарядами силы взаимодействия изменились на  $6,75 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$ ?

2. К подвешенному на нити шарiku массой  $5 \text{ г}$  с зарядом  $60 \text{ нКл}$  поднесли снизу на изолированной ручке шарик с зарядом  $120 \text{ нКл}$ . Расстояние между шариками равно  $10 \text{ см}$ .

- а) С какими по модулю силами взаимодействуют шарик?
- б) Чему равна сила натяжения нити, если заряды шариков имеют одинаковые знаки?
- в) Во сколько раз надо увеличить в этом случае заряд шарика на изолированной ручке, чтобы сила натяжения нити стала равной нулю?

### Вариант 4

1. В вершинах квадрата со стороной  $5 \text{ см}$  находятся точечные заряды, по  $2 \text{ нКл}$  каждый.

- а) С какими по модулю силами взаимодействуют ближайшие заряды?
- б) С какими по модулю силами взаимодействуют наиболее удалённые заряды?
- в) Чему равна по модулю равнодействующая сил, с которыми три заряда действуют на четвёртый?

2. На двух нитях одинаковой длины, подвешенных в одной точке, укреплены одинаковые шарик. Заряд каждого шарика равен  $4 \text{ мкКл}$ . Шарик находятся в равновесии, когда расстояние между ними равно  $60 \text{ см}$ , а нити отклонены от вертикали на угол  $45^\circ$ .

- а) С какими по модулю силами взаимодействуют шарик?
- б) Чему равна масса каждого шарика?
- в) Чему равны силы натяжения нитей?

**Самостоятельная работа №32****Напряжённость электрического поля.  
Проводники и диэлектрики в электрическом поле****Вариант 1**

1. Два точечных заряда  $2 \text{ нКл}$  и  $8 \text{ нКл}$  расположены на расстоянии  $6 \text{ см}$  друг от друга.

а) Как направлен вектор напряжённости электрического поля в точке, расположенной посередине между зарядами: в сторону заряда  $2 \text{ нКл}$  или в сторону заряда  $8 \text{ нКл}$ ? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равна напряжённость электрического поля в точке, находящейся посередине между зарядами?

в) На каком расстоянии от заряда  $2 \text{ нКл}$  находится точка, в которой напряжённость поля равна нулю?

2. В однородном электрическом поле напряжённостью  $4 \text{ кН/Кл}$  находится точечный заряд, равный по модулю  $0,2 \text{ нКл}$ .

а) На каком расстоянии от точечного заряда напряжённость созданного им поля равна по модулю напряжённости однородного поля?

б) На каком расстоянии от точечного заряда находится точка, в которой результирующая напряжённость поля равна нулю?

в) На каком расстоянии от точечного заряда находится точка, в которой результирующая напряжённость поля направлена так же, как напряжённость однородного поля, а модуль результирующей напряжённости в  $2$  раза больше модуля напряжённости однородного поля?

**Вариант 2**

1. Два точечных заряда  $-2 \text{ нКл}$  и  $8 \text{ нКл}$  расположены на расстоянии  $6 \text{ см}$  друг от друга.

а) Как направлен вектор напряжённости электрического поля в точке, расположенной посередине между зарядами: в сторону заряда  $-2 \text{ нКл}$  или в сторону заряда  $8 \text{ нКл}$ ? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равна напряжённость электрического поля в точке, находящейся посередине между зарядами?

в) На каком расстоянии от заряда  $-2 \text{ нКл}$  находится точка, в которой напряжённость поля равна нулю?

2. В вершинах квадрата со стороной 10 см находятся точечные заряды, по 8 нКл каждый.

а) Чему равна результирующая напряжённость электрического поля в центре квадрата?

б) Чему равна напряжённость электрического поля, создаваемого одним из четырёх зарядов, в центре квадрата?

в) Чему равна напряжённость электрического поля, создаваемого тремя из четырёх зарядов, в центре квадрата?

### Вариант 3

1. Два точечных заряда, по 6 нКл каждый, расположены на расстоянии 10 см друг от друга.

а) В какой точке напряжённость поля равна нулю?

б) Как направлен вектор напряжённости электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 7 см от каждого заряда?

в) Чему равна напряжённость поля в точке, находящейся на расстоянии 10 см от каждого из зарядов?

2. Электрический заряд 16 нКл равномерно распределён по поверхности сферы радиусом 12 см.

а) Чему равна напряжённость электрического поля в центре сферы?

б) Чему равна напряжённость электрического поля на расстоянии 10 см от центра сферы?

в) Чему равна напряжённость электрического поля на расстоянии 20 см от центра сферы?

### Вариант 4

1. Два точечных заряда, равные 6 нКл и  $-6$  нКл соответственно, расположены на расстоянии 10 см друг от друга.

а) Как направлен вектор напряжённости электрического поля в точке, расположенной посередине между зарядами: в сторону заряда 6 нКл или в сторону заряда  $-6$  нКл? Обоснуйте свой ответ.

б) Как направлен вектор напряжённости электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 7 см от каждого заряда?

в) Чему равна напряжённость поля в точке, находящейся на расстоянии 10 см от каждого из зарядов?

2. На нитях длиной 80 см каждая, закреплённых вверху в одной точке, подвешены два одинаковых маленьких шарика, имеющие

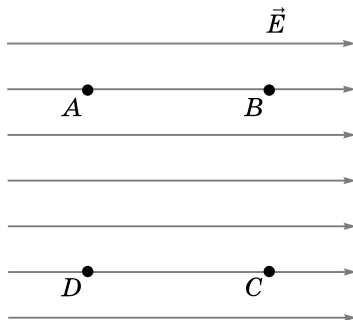
заряд  $24 \text{ мкКл}$  каждый. Шарики погружены в дистиллированную воду. Когда шарики находятся в равновесии, расстояние между ними равно  $80 \text{ см}$ .

- а) С какими силами шарики взаимодействуют друг с другом?
- б) Чему равна напряжённость электрического поля в точке, находящейся посередине между шариками?
- в) Чему равны силы натяжения нитей?



**Самостоятельная работа №33****Работа электрического поля.  
Разность потенциалов (напряжение)****Вариант 1**

1. Точки  $A, B, C, D$  расположены в вершинах квадрата со стороной 10 см и находятся в однородном электрическом поле, модуль напряжённости которого равен 2 кН/Кл (см. рисунок).



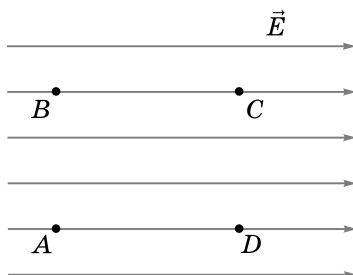
- Чему равна работа электрического поля по перемещению точечного заряда 5 нКл вдоль стороны  $AB$ ?
- Чему равна работа электрического поля по перемещению точечного заряда 5 нКл вдоль стороны  $CB$ ?
- Чему равна работа электрического поля по перемещению точечного заряда 5 нКл вдоль диагонали  $BD$ ?

2. Маленький шарик массой 5 мг с зарядом 2 нКл влетает в однородное электрическое поле с начальной скоростью, равной 3 м/с, направленной перпендикулярно линиям напряжённости поля. Модуль напряжённости поля равен 5 кВ/м.

- По какой траектории будет двигаться шарик?
- С каким ускорением будет двигаться шарик?
- Чему будет равен модуль скорости шарика через 2 с после начального момента?

**Вариант 2**

1. Точки  $A, B, C, D$  расположены в вершинах прямоугольника со сторонами 3 см и 4 см и находятся в однородном электрическом поле, модуль напряжённости которого равен 5 кН/Кл (см. рисунок).



- а) Чему равна работа электрического поля по перемещению точечного заряда  $4 \text{ нКл}$  вдоль стороны  $AB$ ?
- б) Чему равна работа электрического поля по перемещению точечного заряда  $4 \text{ нКл}$  вдоль стороны  $CB$ ?
- в) Чему равна работа электрического поля по перемещению точечного заряда  $4 \text{ нКл}$  вдоль диагонали  $BD$ ?

2. Пылинка массой  $0,1 \text{ г}$  с зарядом  $0,5 \text{ мкКл}$  находится в равновесии между двумя большими горизонтальными заряженными пластинами, разность потенциалов между которыми равна  $100 \text{ В}$ .

- а) Каков знак заряда верхней пластины: положительный или отрицательный? Обоснуйте свой ответ.
- б) Чему равна напряжённость поля между пластинами?
- в) Чему равно расстояние между пластинами?

### Вариант 3

1. Маленький шарик массой  $2 \text{ мг}$  с зарядом  $-6 \text{ нКл}$  перемещается в однородном электрическом поле под действием силы, действующей со стороны поля. Направление перемещения совпадает с направлением напряжённости поля. Модуль напряжённости равен  $7 \text{ кН/Кл}$ . Расстояние между начальной и конечной точками равно  $16 \text{ см}$ .

- а) Электрическое поле совершает положительную или отрицательную работу по перемещению шарика?
- б) Чему равна работа электрического поля по перемещению шарика?
- в) Какова минимально возможная начальная скорость шарика?

2. Электрон переместился в однородном электростатическом поле из точки с потенциалом  $700 \text{ В}$  в точку с потенциалом  $1200 \text{ В}$ .

- а) Увеличилась или уменьшилась скорость электрона? Обоснуйте свой ответ.

- б) Какую работу совершило электрическое поле по перемещению электрона?
- в) Какова минимальная конечная скорость электрона?

#### Вариант 4

1. Маленький шарик массой 5 мг с зарядом 2 нКл перемещается в однородном электрическом поле под действием силы, действующей со стороны поля. Направление перемещения совпадает с направлением напряжённости поля. Разность потенциалов между конечной и начальной точками равна 200 В. Расстояние между начальной и конечной точками равно 20 см.

- а) Чему равен модуль напряжённости электрического поля?
- б) Чему равна работа электрического поля по перемещению шарика?
- в) Чему равна скорость шарика в конечном состоянии, если в начальном состоянии он покоился?

2. Шарик массой 0,1 г с зарядом 25 нКл движется из состояния покоя в однородном электростатическом поле прямолинейно, при этом его траектория образует с вертикалью угол  $30^\circ$ . Вектор напряжённости поля направлен горизонтально.

- а) Какой угол с вертикалью составляет равнодействующая приложенных к шарiku сил?
- б) Чему равен модуль напряжённости электростатического поля?
- в) С каким по модулю ускорением движется шарик?

**Самостоятельная работа №34****Ёлектроёмкость.  
Ёнергия электрического поля****Вариант 1**

1. Заряд отключённого от источника тока конденсатора ёлектроёмкостью 5 мФ равен 0,1 Кл.

- а) Чему равно напряжение между обкладками конденсатора?
- б) Чему равна энергия заряженного конденсатора?
- в) Увеличится или уменьшится энергия заряженного конденсатора при увеличении расстояния между обкладками в 4 раза? Во сколько раз?

2. Ёлектрон влетает в плоский конденсатор. Расстояние между обкладками равно 5 мм, напряжение между обкладками равно 50 В.

- а) Чему равна напряжённость электрического поля в конденсаторе?
- б) Чему равна по модулю сила, действующая на электрон в конденсаторе?
- в) С каким по модулю ускорением движется электрон в конденсаторе?

**Вариант 2**

1. Конденсатор ёлектроёмкостью 2 мФ соединён с источником постоянного напряжения 40 В.

- а) Чему равен заряд конденсатора?
- б) Чему равна энергия заряженного конденсатора?
- в) Увеличится или уменьшится энергия заряженного конденсатора при уменьшении расстояния между обкладками в 2 раза? Во сколько раз?

2. Протон влетает в плоский конденсатор. Расстояние между обкладками равно 6 мм, напряжение между обкладками равно 120 В.

- а) Чему равна напряжённость электрического поля в конденсаторе?
- б) Чему равна по модулю сила, действующая на протон в конденсаторе?
- в) С каким по модулю ускорением движется протон в конденсаторе?

**Вариант 3**

1. Конденсатор электроёмкостью 4 мФ отключён от источника тока. Напряжение между обкладками конденсатора равно 40 В.

- а) Чему равен заряд конденсатора?
- б) Чему равна энергия заряженного конденсатора?
- в) Увеличится или уменьшится энергия заряженного конденсатора при уменьшении расстояния между обкладками в 3 раза? Во сколько раз?

2. Заряженная капля масла находится в равновесии между горизонтальными обкладками плоского конденсатора. Заряд капли равен 2 нКл, расстояние между обкладками конденсатора равно 6 см, напряжение между обкладками равно 120 В.

- а) Чему равна напряжённость электрического поля в конденсаторе?
- б) Чему равна масса капли?
- в) С каким ускорением будет двигаться капля, если её заряд уменьшить в 2 раза? Как будет направлено ускорение капли?

**Вариант 4**

1. Конденсатор электроёмкостью 3 мФ соединён с источником постоянного напряжения. Заряд конденсатора равен 0,12 Кл.

- а) Чему равно напряжение между обкладками конденсатора?
- б) Чему равна энергия заряженного конденсатора?
- в) Увеличится или уменьшится энергия заряженного конденсатора при увеличении расстояния между обкладками в 5 раз? Во сколько раз?

2. Заряженная капля масла находится в равновесии между горизонтальными обкладками плоского конденсатора. Масса капли равна 2 мг, расстояние между обкладками конденсатора равно 8 см, напряжение между обкладками равно 80 В.

- а) Чему равна напряжённость электрического поля в конденсаторе?
- б) Чему равен заряд капли?
- в) С каким ускорением будет двигаться капля, если её заряд увеличить в 2 раза? Как будет направлено ускорение капли?

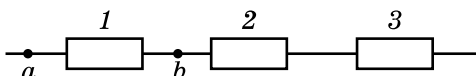
## ПОСТОЯННЫЙ ТОК

### Самостоятельная работа №35

#### Закон Ома для участка цепи

##### Вариант 1

1. Резисторы сопротивлениями  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 15$  Ом,  $R_3 = 30$  Ом соединены так, как показано на рисунке. Напряжение между точками  $a$  и  $b$  равно 4 В.



а) На каком резисторе самое большое напряжение? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно напряжение на втором резисторе?

в) Чему равно напряжение на данном участке цепи?

2. Три параллельно соединённых резистора подключили к источнику тока. Сопротивления резисторов  $R_1 = 6$  Ом,  $R_3 = 12$  Ом, сила тока во втором резисторе равна 2 А. Сила тока в данном участке цепи равна 6 А.

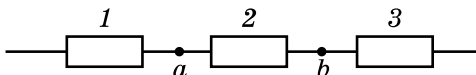
а) В каком резисторе сила тока больше: в первом или в третьем? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно сопротивление второго резистора?

в) Чему равно напряжение на первом резисторе?

##### Вариант 2

1. Резисторы сопротивлениями  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом,  $R_3 = 4$  Ом соединены так, как показано на рисунке. Напряжение между точками  $a$  и  $b$  равно 3 В.



а) На каком резисторе самое большое напряжение? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно напряжение на третьем резисторе?

в) Чему равно напряжение на данном участке цепи?

2. Три параллельно соединённых резистора подключили к источнику тока. Сопротивления резисторов  $R_1 = 6$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом, сила тока

в третьем резисторе равна 4 А. Сила тока в данном участке цепи равна 8 А.

а) В каком из первых двух резисторов сила тока меньше? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно сопротивление третьего резистора?

в) Чему равно напряжение на втором резисторе?

### Вариант 3

1. Три последовательно соединённых резистора подключили к источнику напряжения 60 В. Сопротивления резисторов  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом, напряжение на концах третьего резистора равно 30 В.

а) На каком из первых двух резисторов напряжение больше? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно сопротивление третьего резистора?

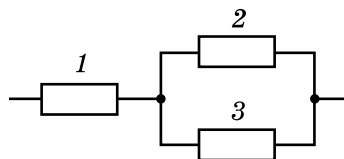
в) Чему равна сила тока в цепи?

2. Резисторы сопротивлениями  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 6$  Ом соединены так, как показано на рисунке. Сила тока во втором резисторе равна 6 А.

а) В каком резисторе самая большая сила тока? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равна сила тока в третьем резисторе?

в) Чему равна сила тока в данном участке цепи?



### Вариант 4

1. Три последовательно соединённых резистора подключили к источнику напряжения 30 В. Сопротивления резисторов  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом, напряжение на концах второго резистора равно 20 В.

а) На каком резисторе напряжение меньше: на первом или на третьем? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно сопротивление второго резистора?

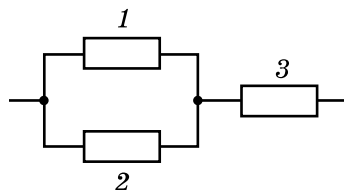
в) Чему равна сила тока в цепи?

2. Резисторы сопротивлениями  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом соединены так, как показано на рисунке. Сила тока во втором резисторе равна 2 А.

а) В каком резисторе самая маленькая сила тока? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равна сила тока в первом резисторе?

в) Чему равна сила тока в данном участке цепи?



## Самостоятельная работа №36

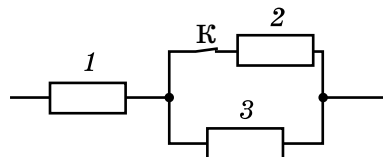
### Работа и мощность тока

#### Вариант 1

1. В течение некоторого промежутка времени в первом из двух последовательно соединённых проводников выделилось количество теплоты 60 Дж, а во втором проводнике — 120 Дж.

- Сопротивление какого проводника больше? Обоснуйте свой ответ.
- Чему равно отношение сопротивлений проводников?
- Чему будет равно выделившееся в обоих проводниках количество теплоты, если соединить их параллельно при условии, что напряжение на участке цепи останется прежним?

2. Три резистора сопротивлениями  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$  соединены так, как показано на рисунке, и подключены к источнику постоянного напряжения 11 В.



- Чему равна мощность тока в данном участке цепи?
- Чему равна мощность тока в каждом резисторе?
- Увеличится или уменьшится мощность тока в третьем резисторе, если разомкнуть ключ К? Во сколько раз?

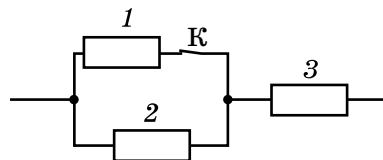
#### Вариант 2

1. В течение одного и того же промежутка времени в первом из двух параллельно соединённых проводников выделилось количество теплоты 60 Дж, а во втором проводнике — 120 Дж.

- Сопротивление какого проводника больше? Обоснуйте свой ответ.
- Чему равно отношение сопротивлений проводников?
- Чему будет равно выделившееся в обоих проводниках количество теплоты, если соединить их последовательно при условии, что напряжение на участке цепи останется прежним?

2. Три резистора сопротивлениями  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 4 \text{ Ом}$  соединены так, как показано на рисунке, и подключены к источнику постоянного напряжения 14 В.

- Чему равна мощность тока в данном участке цепи?
- Чему равна мощность тока в каждом резисторе?





в) Увеличится или уменьшится мощность тока во втором резисторе, если разомкнуть ключ К? Во сколько раз?

### Вариант 3

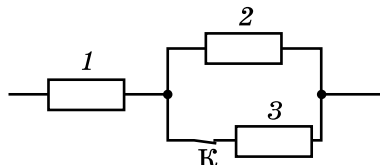
1. Два проводника соединены последовательно. Напряжение на первом проводнике равно 16 В, а на втором — 4 В.

а) Сопротивление какого проводника больше? Во сколько раз?

б) В каком проводнике мощность тока больше? Во сколько раз?

в) Во сколько раз увеличится или уменьшится мощность тока, если проводники соединить параллельно? Напряжение на участке цепи не изменяется.

2. Три резистора сопротивлениями  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$  соединены так, как показано на рисунке, и подключены к источнику постоянного напряжения 11 В.



а) Чему равна мощность тока в данном участке цепи?

б) Чему равна мощность тока в каждом резисторе?

в) Увеличится или уменьшится мощность тока в первом резисторе, если разомкнуть ключ К? Во сколько раз?

### Вариант 4

1. Два проводника соединены параллельно. Сила тока в первом проводнике равна 2 А, а во втором — 0,5 А.

а) Сопротивление какого проводника меньше? Во сколько раз?

б) В каком проводнике мощность тока меньше? Во сколько раз?

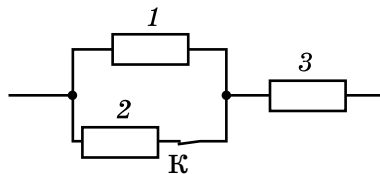
в) Во сколько раз увеличится или уменьшится мощность тока, если проводники соединить последовательно? Напряжение на участке цепи не изменяется.

2. Три резистора сопротивлениями  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$  соединены так, как показано на рисунке, и подключены к источнику постоянного напряжения 19 В.

а) Чему равна мощность тока в данном участке цепи?

б) Чему равна мощность тока в каждом резисторе?

в) Увеличится или уменьшится мощность тока в третьем резисторе, если разомкнуть ключ К? Во сколько раз?



**Самостоятельная работа №37****Закон Ома для полной цепи****Вариант 1**

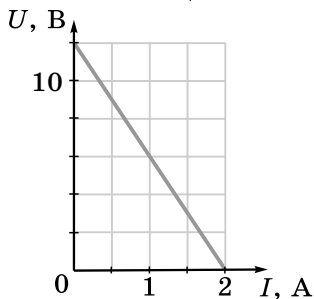
1. Если к источнику тока подключить резистор сопротивлением 4 Ом, то сила тока в цепи будет равна 3 А, а если последовательно с этим резистором соединить второй такой же, то сила тока в цепи станет равной 2 А.

а) Увеличилось или уменьшилось полное сопротивление цепи при подключении второго резистора? Во сколько раз?

б) Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

в) Чему будет равна сила тока в цепи, если последовательно с двумя резисторами подключить такой же третий резистор?

2. На рисунке изображён график зависимости напряжения  $U$  на полюсах источника от силы тока  $I$  в цепи.



а) Чему равна сила тока короткого замыкания?

б) Чему будет равна сила тока, если подключить к данному источнику тока резистор сопротивлением 18 Ом?

в) Резистор какого сопротивления надо подключить к данному источнику тока, чтобы КПД источника тока был равен 50 %?

**Вариант 2**

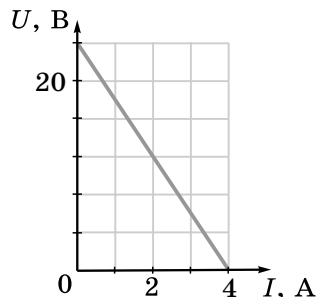
1. Если к источнику тока подключить резистор сопротивлением 5 Ом, то сила тока в цепи будет равна 4 А, а если последовательно с этим резистором соединить второй такой же, то сила тока в цепи станет равной 3 А.

а) Увеличилось или уменьшилось полное сопротивление цепи при подключении второго резистора? Во сколько раз?

- б) Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?  
 в) Увеличилось или уменьшилось напряжение на полюсах источника тока при подключении второго резистора? Во сколько раз?

2. На рисунке изображён график зависимости напряжения  $U$  на полюсах источника от силы тока  $I$  в цепи.

- а) Чему равна ЭДС источника тока?  
 б) Чему будет равна сила тока, если подключить к данному источнику тока резистор сопротивлением  $18 \text{ Ом}$ ?  
 в) Резистор какого сопротивления надо подключить к данному источнику тока, чтобы КПД источника тока был равен  $25 \%$ ?

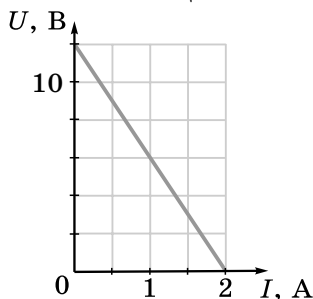


### Вариант 3

1. Если к источнику тока подключить резистор сопротивлением  $6 \text{ Ом}$ , то сила тока в цепи будет равна  $2 \text{ А}$ , а если параллельно с этим резистором соединить второй такой же, то сила тока в цепи станет равной  $3 \text{ А}$ .

- а) Увеличилось или уменьшилось полное сопротивление цепи при подключении второго резистора? Во сколько раз?  
 б) Чему равна ЭДС источника тока?  
 в) Чему будет равна сила тока в цепи, если параллельно с двумя резисторами подключить такой же третий резистор?

2. На рисунке изображён график зависимости напряжения  $U$  на полюсах источника от силы тока  $I$  в цепи.



- а) Чему равна ЭДС источника тока?  
 б) Чему будет равно напряжение на полюсах источника тока, если подключить к данному источнику тока резистор сопротивлением  $18 \text{ Ом}$ ?  
 в) При какой силе тока КПД источника тока будет равен  $50 \%$ ?

**Вариант 4**

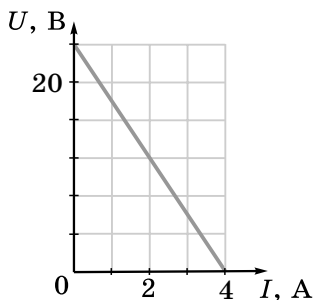
1. Если к источнику тока подключить резистор сопротивлением 8 Ом, то сила тока в цепи будет равна 3 А, а если параллельно с этим резистором соединить второй такой же, то сила тока в цепи станет равной 4 А.

а) Увеличилось или уменьшилось полное сопротивление цепи при подключении второго резистора? Во сколько раз?

б) Чему равна ЭДС источника тока?

в) Увеличилось или уменьшилось напряжение на полюсах источника тока при подключении второго резистора? Во сколько раз?

2. На рисунке изображён график зависимости напряжения  $U$  на полюсах источника от силы тока  $I$  в цепи.



а) Чему равна сила тока короткого замыкания?

б) Чему будет равно напряжение на полюсах источника тока, если подключить к данному источнику тока резистор сопротивлением 18 Ом?

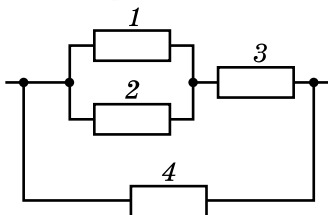
в) При какой силе тока КПД источника тока будет равен 75 %?

## Самостоятельная работа №38

## Расчёт электрических цепей

## Вариант 1

1. На рисунке изображена схема участка электрической цепи. Сопротивления резисторов  $R_1 = 3$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом,  $R_3 = 2$  Ом,  $R_4 = 4$  Ом. Напряжение на концах участка равно 12 В.



а) Какие два резистора на этой схеме можно заменить одним резистором? Чему будет равно его сопротивление?

б) Чему равно сопротивление данного участка цепи?

в) Чему равна мощность тока в третьем резисторе?

2. ЭДС источника тока равна 12 В. КПД источника тока равен 50 %, когда сопротивление внешней цепи равно 4 Ом.

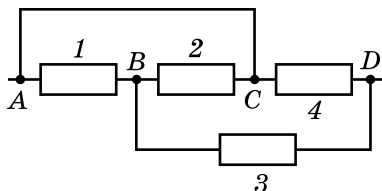
а) Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

б) Чему равен КПД этого источника тока, когда сопротивление внешней цепи равно 6 Ом?

в) При каком внешнем сопротивлении мощность тока во внешней цепи равна 8 Вт?

## Вариант 2

1. На рисунке изображена схема электрической цепи. Сопротивления резисторов  $R_1 = 12$  Ом,  $R_2 = 4$  Ом,  $R_3 = 2$  Ом,  $R_4 = 5$  Ом. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь. Напряжение на концах участка равно 10 В.

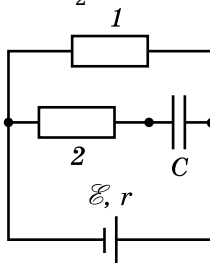


а) Для какой пары отмеченных на рисунке точек разность потенциалов равна нулю? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно сопротивление данного участка цепи?

в) Чему равна мощность тока в четвёртом резисторе?

2. На рисунке изображена схема электрической цепи. ЭДС источника 16 В,  $r = 2$  Ом,  $R_1 = 6$  Ом,  $R_2 = 8$  Ом,  $C = 4$  мкФ.



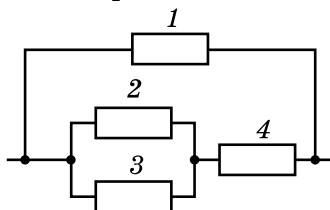
а) Через какой резистор течёт ток? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно напряжение на полюсах источника тока?

в) Чему равен заряд конденсатора?

### Вариант 3

1. На рисунке изображена схема участка электрической цепи. Сопротивления резисторов  $R_1 = 6$  Ом,  $R_2 = 12$  Ом,  $R_3 = 4$  Ом,  $R_4 = 3$  Ом. Напряжение на концах участка равно 12 В.



а) Какие два резистора на этой схеме можно заменить одним резистором? Чему будет равно его сопротивление?

б) Чему равно сопротивление данного участка цепи?

в) Чему равна мощность тока в первом резисторе?

2. ЭДС источника тока равна 24 В. КПД источника тока равен 50 %, когда сопротивление внешней цепи равно 6 Ом.

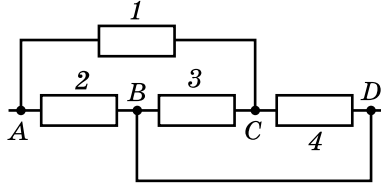
а) Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

б) Чему равен КПД этого источника тока, когда сопротивление внешней цепи равно 4 Ом?

в) При каком внешнем сопротивлении мощность тока во внешней цепи равна 24 Вт?

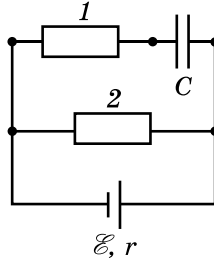
### Вариант 4

1. На рисунке изображена схема электрической цепи. Сопротивления резисторов  $R_1 = 7 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 12 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 4 \text{ Ом}$ . Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь. Напряжение на концах участка равно 20 В.



- Для какой пары отмеченных на рисунке точек разность потенциалов равна нулю? Обоснуйте свой ответ.
- Чему равно сопротивление данного участка цепи?
- Чему равна мощность тока во втором резисторе?

2. На рисунке изображена схема электрической цепи. ЭДС источника 12 В,  $r = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 8 \text{ Ом}$ ,  $C = 2 \text{ мкФ}$ .



- Через какой резистор течёт ток? Обоснуйте свой ответ.
- Чему равно напряжение на полюсах источника тока?
- Чему равен заряд конденсатора?

## Самостоятельная работа №39

### Электрический ток в жидкостях, газах и полупроводниках

#### Вариант 1

1. Для никелирования с двух сторон прямоугольной металлической пластинки размером  $5 \times 6$  см через электролитическую ванну в течение 2 ч пропускали ток. Сила тока равна  $0,5$  А, валентность никеля равна 2, плотность никеля равна  $8900$  кг/м<sup>3</sup>.

а) Какой заряд прошёл через электролитическую ванну за указанное время?

б) Чему равен электрохимический эквивалент никеля?

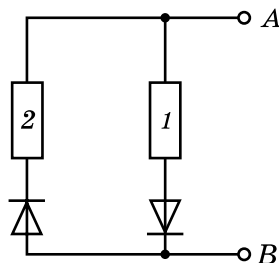
в) Чему равна толщина образовавшегося слоя никеля?

2. К клеммам  $A$  и  $B$  (см. рисунок) подключают источник постоянного напряжения  $12$  В. Если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $A$ , то мощность тока в данном участке цепи равна  $10$  Вт, а если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $B$ , то мощность тока в данном участке цепи равна  $40$  Вт.

а) Сопротивление какого резистора больше? Во сколько раз?

б) Чему равна сила тока в данном участке цепи при различных способах подключения полюсов источника напряжения?

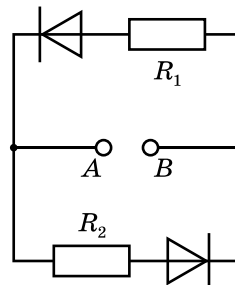
в) Чему равны сопротивления резисторов?



#### Вариант 2

1. К клеммам  $A$  и  $B$  (см. рисунок) подключают источник тока с ЭДС, равной  $12$  В, и внутренним сопротивлением  $3$  Ом. Сопротивления резисторов  $R_1 = 6$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом.

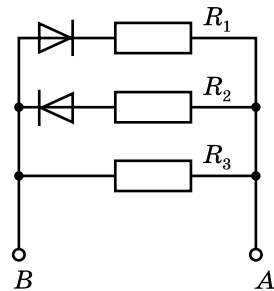
а) Через какой резистор будет идти ток, если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $A$ , а отрицательный — к клемме  $B$ ? Обоснуйте свой ответ.





- б) Чему равна при этом мощность тока во внешней цепи?  
 в) Чему равен при этом КПД источника тока?

2. К клеммам  $A$  и  $B$  (см. рисунок) подключают источник постоянного напряжения  $20$  В. Если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $A$ , то мощность тока в данном участке цепи равна  $80$  Вт, а если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $B$ , то мощность тока в данном участке цепи равна  $50$  Вт. Сопротивление третьего резистора равно  $10$  Ом.



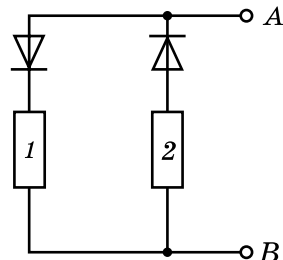
- а) Сопротивление какого из первых двух резисторов больше? Обсудите свой ответ.  
 б) Чему равно сопротивление данного участка цепи при различных способах подключения полюсов источника напряжения?  
 в) Чему равны сопротивления резисторов  $1$  и  $2$ ?

### Вариант 3

1. В процессе электролиза выделяется водород при нормальном атмосферном давлении и температуре  $40$  °С. Электролиз продолжался в течение  $3$  ч, сила тока была равна  $0,5$  А. Валентность водорода равна  $1$ , он является двухатомным газом.

- а) Какой заряд прошёл через установку за указанное время?  
 б) Чему равен электрохимический эквивалент водорода?  
 в) Чему равен объём выделившегося газа?

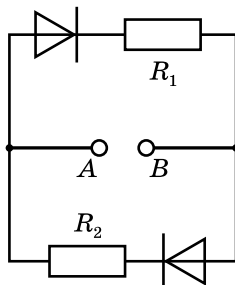
2. К клеммам  $A$  и  $B$  (см. рисунок) подключают источник постоянного напряжения  $30$  В. Если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $A$ , то мощность тока в данном участке цепи равна  $20$  Вт, а если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $B$ , то мощность тока в данном участке цепи равна  $10$  Вт.



- а) Сопротивление какого резистора больше? Во сколько раз?  
 б) Чему равна сила тока в данном участке цепи при различных способах подключения полюсов источника напряжения?  
 в) Чему равны сопротивления резисторов?

### Вариант 4

1. К клеммам  $A$  и  $B$  (см. рисунок) подключают источник тока с ЭДС, равной  $24\text{ В}$ , и внутренним сопротивлением  $4\text{ Ом}$ . Сопротивления резисторов  $R_1 = 6\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 8\text{ Ом}$ .

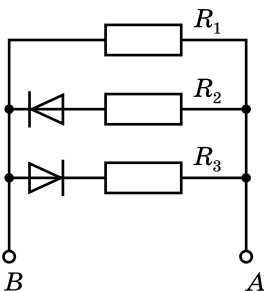


а) Через какой резистор будет идти ток, если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $B$ , а отрицательный — к клемме  $A$ ? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равна при этом мощность тока во внешней цепи?

в) Чему равен при этом КПД источника тока?

2. К клеммам  $A$  и  $B$  (см. рисунок) подключают источник постоянного напряжения  $20\text{ В}$ . Если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $A$ , то мощность тока в данном участке цепи равна  $40\text{ Вт}$ , а если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $B$ , то мощность тока в данном участке цепи равна  $100\text{ Вт}$ . Сопротивление первого резистора равно  $20\text{ Ом}$ .



а) Сопротивление какого из резисторов больше: второго или третьего. Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равно сопротивление данного участка цепи при различных способах подключения полюсов источника напряжения?

в) Чему равны сопротивления второго и третьего резисторов?

**Контрольная работа № 1****Кинематика****Вариант 1**

1. Турист прошёл по прямой дороге 4 км, повернул под прямым углом и пошёл по другой прямой дороге.

- а) Чему будет равен пройденный туристом путь, когда он пройдёт 5 км после поворота?
- б) Чему будет равен в этот момент модуль перемещения туриста?
- в) Какое расстояние прошёл турист после поворота к моменту, когда модуль его перемещения стал равным 8 км?

2. Расстояние между пристанями М и Н, находящимися на реке, равно 12 км. От пристани М одновременно отплыли плот и моторная лодка. Через 3 ч после отплытия лодка достигла пристани Н, сразу развернулась и встретила плот в момент, когда он проплыл половину расстояния от М до Н. Модуль скорости лодки относительно воды постоянный.

- а) Через какое время после разворота лодка встретила плот?
- б) Во сколько раз скорость лодки относительно воды больше скорости течения?
- в) Чему равна скорость течения реки в километрах в час?

3. За время, в течение которого автомобиль, движущийся с постоянным ускорением, проехал 80 м, его скорость увеличилась с 15 м/с до 25 м/с.

- а) Чему равно ускорение автомобиля?
- б) Сколько времени ехал автомобиль?
- в) Какое расстояние проехал автомобиль к моменту, когда его скорость стала равной 20 м/с?

4. На диске отмечены красная и синяя точки. При равномерном вращении диска скорость красной точки в 4 раза больше, чем синей.

- а) Какая точка расположена ближе к центру диска? Обоснуйте свой ответ.
- б) Во сколько раз одна точка ближе к центру диска, чем другая?
- в) Во сколько раз центростремительное ускорение одной точки больше, чем другой?

**Вариант 2**

1. Мячик падает с высоты 1,2 м и отскакивает от пола. После отскока мячик ловят на высоте 1 м.

- а) Чему равен пройденный мячиком путь?
- б) Чему равен модуль перемещения мячика?
- в) На какой высоте надо поймать мячик, чтобы пройденный им путь был в 5 раз больше модуля перемещения?

2. Человек переправляется на моторной лодке через реку шириной 60 м. Скорость течения 1,5 м/с, скорость лодки относительно воды 3 м/с.

- а) Как должна быть направлена скорость лодки относительно берега, чтобы переправа произошла за кратчайшее время?
- б) Чему равно кратчайшее время переправы?
- в) Чему равно время переправы по кратчайшему пути?

3. Автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, начал тормозить до полной остановки, двигаясь с постоянным ускорением. Тормозной путь автомобиля оказался равным 80 м.

- а) Чему равен модуль ускорения автомобиля?
- б) Чему равно время торможения?
- в) За какой промежуток времени автомобиль прошёл первую половину тормозного пути?

4. Колесо радиусом 70 см катится без проскальзывания по прямой дороге и делает полный оборот за 4 с.

- а) Чему равна скорость нижней точки колеса относительно дороги?
- б) Чему равна скорость оси колеса относительно дороги?
- в) Чему равна скорость верхней точки колеса относительно дороги?

**Вариант 3**

1. Длина часовой стрелки настенных часов равна 16 см.

- а) Чему равен модуль перемещения конца стрелки за сутки?
- б) Чему равен путь, пройденный концом стрелки за сутки?
- в) За какое время путь, пройденный концом стрелки, будет больше модуля его перемещения в 3,14 раза?

2. Зависимость от времени координаты  $x$  двух тел, движущихся вдоль оси  $x$ , в единицах СИ выражается формулами  $x_1 = 40 - 10t$ ;  $x_2 = -20 + 5t$ .

- а) Начертите графики зависимости от времени координаты  $x$  обоих тел на одном чертеже.

б) Найдите координату и время встречи тел.

в) С какой по модулю скоростью движется одно тело относительно другого?

3. Тело брошено горизонтально с большой высоты с начальной скоростью 30 м/с. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равна горизонтальная проекция скорости тела через 2 с после броска?

б) Чему равен модуль скорости тела через 3 с после броска?

в) Через какое время после броска модуль скорости тела будет равен 50 м/с?

4. Материальная точка равномерно движется по окружности радиусом 50 см и совершает 36 оборотов в минуту.

а) Чему равна частота обращения?

б) Чему равна скорость точки?

в) Чему равно центростремительное ускорение точки?

#### Вариант 4

1. Автомобиль проехал 20 км на юг, а потом 28,3 км на северо-запад.

а) Чему равен пройденный автомобилем путь?

б) Чему равен модуль перемещения автомобиля?

в) Чему был равен модуль перемещения автомобиля, когда он проехал 14,1 км после поворота?

2. Из одной точки одновременно выехали велосипедист и мотоциклист: велосипедист на юг, а мотоциклист — на запад. Скорость велосипедиста 25 км/ч, а скорость мотоциклиста 40 км/ч.

а) На каком расстоянии друг от друга будут велосипедист и мотоциклист через 1 ч после выезда?

б) Чему равен модуль скорости мотоциклиста относительно велосипедиста?

в) Изобразите на одном чертеже скорости мотоцикла и автобуса, а также скорость мотоцикла в системе отсчёта, связанной с автобусом.

3. Тело брошено под углом  $60^\circ$  к горизонту с начальной скоростью 40 м/с. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему равна горизонтальная проекция скорости тела через 1 с полёта?

б) Чему равна дальность полёта тела?

в) Через сколько времени после броска скорость тела будет направлена горизонтально?

4. Длина секундной стрелки настенных часов равна 22 см.

а) Чему равен период обращения этой стрелки?

б) Чему равна скорость конца стрелки?

в) Чему равно центростремительное ускорение конца стрелки?

**Контрольная работа № 2****Динамика****Вариант 1**

1. К телу, движущемуся в положительном направлении оси  $x$  со скоростью  $3$  м/с, в начальный момент прикладывают две силы, направленные вдоль оси  $x$ , проекции которых равны  $8$  Н и  $-10$  Н.

- а) Чему равна проекция равнодействующей на ось  $x$ ?
- б) Чему равна масса тела, если через  $3$  с его скорость стала равной нулю?
- в) Какой путь прошло тело за  $5$  с?

2. Небольшой брусок массой  $200$  г кладут на доску длиной  $40$  см. Один конец доски поднимают на  $20$  см. Коэффициент трения между бруском и доской равен  $0,3$ .

- а) Чему будет равна действующая на брусок со стороны доски сила нормальной реакции?
- б) С каким ускорением будет двигаться брусок?
- в) Сколько времени брусок будет скользить вдоль доски?

3. Автомобиль совершает поворот на горизонтальной дороге по дуге окружности радиусом  $150$  м. Коэффициент трения между дорогой и шинами автомобиля равен  $0,6$ .

- а) Как направлена равнодействующая приложенных к автомобилю сил?
- б) При какой максимально возможной скорости (в километрах в час) автомобиль может совершить поворот?
- в) Чему равен минимальный тормозной путь автомобиля на прямой дороге после поворота, который автомобиль прошёл с максимальной возможной скоростью?

4. На гладком столе лежат два бруска массами  $m_1 = 300$  г и  $m_2 = 600$  г, связанные лёгкой нерастяжимой нитью. К первому бруску прикладывают горизонтально направленную силу, равную  $3,6$  Н.

- а) С каким ускорением будут двигаться бруски?
- б) Чему будет равна сила натяжения нити?
- в) Чему будет равна сила натяжения нити, если приложить такую же силу ко второму бруску?

**Вариант 2**

1. Радиус планеты равен 5000 км, а её масса равна  $6 \cdot 10^{24}$  кг.
- а) Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?
  - б) На какой высоте над поверхностью планеты ускорение свободного падения уменьшается в 3 раза по сравнению со значением на поверхности планеты?
  - в) На какой высоте над поверхностью планеты ускорение свободного падения равно  $3 \text{ м/с}^2$ ?
2. Небольшой брусок кладут на гладкую наклонную плоскость длиной 0,5 м с углом наклона  $45^\circ$ .
- а) С каким ускорением будет двигаться брусок?
  - б) За какое время брусок соскользнёт с наклонной плоскости?
  - в) Чему будет равна средняя скорость бруска за всё время движения по наклонной плоскости?
3. Автомобиль равномерно движется по кольцевой дороге радиусом 120 м с максимально возможной скоростью, равной 90 км/ч.
- а) Как направлена равнодействующая приложенных к автомобилю сил?
  - б) Чему равен коэффициент трения между шинами автомобиля и дорогой?
  - в) С какой максимально возможной скоростью (в километрах в час) может ехать этот автомобиль по кольцевой дороге радиусом 200 м?
4. Брусок массой 300 г находится на гладком столе. Он связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, с грузом массой 200 г. Трением в блоке и массой блока можно пренебречь. В начальный момент тела покоятся.
- а) Одинаковая ли по модулю сила действует со стороны нити на брусок и груз? Обоснуйте свой ответ.
  - б) С каким ускорением будет двигаться груз?
  - в) Чему будет равен вес груза?

**Вариант 3**

1. Длина недеформированной пружины 14 см. Когда к пружине подвесили груз массой 400 г, длина пружины стала равной 18 см.
- а) Чему равна жёсткость пружины?
  - б) С каким ускорением (по модулю и направлению) должна двигаться пружина с грузом, чтобы её длина стала равной 22 см?



в) Какой путь пройдёт при этом пружина с грузом за 0,1 с, если в начальный момент она покоилась?

2. Небольшой брусок толкают вверх вдоль длинной гладкой наклонной плоскости с углом наклона  $60^\circ$  с начальной скоростью 2,5 м/с.

- а) Чему будет равно ускорение бруска и как оно будет направлено?
- б) Сколько времени брусок будет двигаться вверх?
- в) Какой путь пройдёт брусок вверх вдоль наклонной плоскости?

3. Подвешенный на нити груз равномерно движется по окружности радиусом 20 см в горизонтальной плоскости. При этом нить отклонена от вертикали на угол, равный  $45^\circ$ .

- а) Как направлена равнодействующая приложенных к грузу сил?
- б) Чему равна длина нити?
- в) Чему равна скорость груза?

4. Два груза массами 200 г и 300 г подвешены на концах лёгкой нерастяжимой нити, переброшенной через блок. Трением в блоке и его массой можно пренебречь.

- а) Одинаковая ли по модулю сила действует со стороны нити на каждый из грузов? Обоснуйте свой ответ.
- б) С каким ускорением движутся грузы?
- в) Чему равна сила натяжения нити?

#### Вариант 4

1. На столе находится брусок массой 500 г. Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,3. В начальный момент брусок покоится.

а) Чему будет равна равнодействующая приложенных к бруску сил, если приложить к бруску горизонтально направленную силу, равную 1 Н?

б) Чему будет равна равнодействующая приложенных к бруску сил, если приложить к бруску горизонтально направленную силу, равную 2 Н?

в) Какой путь пройдёт брусок до остановки, если сообщить ему начальную скорость, равную 1,2 м/с?

2. Небольшой брусок массой 400 г толкают вверх вдоль длинной наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  с начальной скоростью 4 м/с. Коэффициент трения между бруском и доской равен 0,5.

а) Чему будет равна действующая на брусок со стороны доски сила нормальной реакции?

- б) Чему будет равно ускорение бруска и как оно будет направлено?
- в) Какой путь пройдет брусок до остановки?

3. Автомобиль массой 700 кг едет по вертикальной стене, имеющей форму цилиндра радиусом 5 м. Коэффициент трения между колёсами и стеной равен 0,5.

- а) Как направлена равнодействующая приложенных к автомобилю сил?
- б) Какова минимально возможная скорость автомобиля (в километрах в час)?
- в) С какой силой автомобиль давит на стену, когда едет с минимально возможной скоростью?

4. На гладком столе один на другом лежат два бруска. Масса верхнего бруска 200 г, масса нижнего бруска 300 г. К верхнему бруску прикладывают горизонтально направленную силу, равную 0,5 Н, в результате чего бруски начинают двигаться как единое целое.

- а) С какими силами трения бруски действуют друг на друга: скольжения или покоя?
- б) С каким ускорением движутся бруски?
- в) Каков минимально возможный коэффициент трения между брусками?

**Контрольная работа №3****Законы сохранения в механике. Статика****Вариант 1**

1. Первая тележка массой 200 кг едет по рельсам со скоростью 3 м/с. Навстречу ей едет с той же по модулю скоростью вторая тележка. При столкновении тележки сцепляются и движутся затем как одно тело со скоростью, равной 1 м/с, в направлении движения второй тележки до столкновения.

- а) Чему был равен модуль импульса первой тележки до столкновения?
- б) Масса какой тележки больше: первой или второй?
- в) Чему равна масса второй тележки?

2. Небольшой брусок массой 400 г соскальзывает с верха наклонной плоскости длиной 2 м с углом наклона  $30^\circ$ . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен 0,3.

- а) Чему равна работа силы тяжести при соскальзывании бруска вдоль всей наклонной плоскости?
- б) Чему равна работа силы трения при соскальзывании бруска вдоль всей наклонной плоскости?
- в) Чему равна скорость бруска в конце соскальзывания?

3. Подвешенный на нити шарик отклонили в сторону так, что нить стала горизонтальной, и отпустили без толчка. Длина нити 60 см, масса шарика 40 г. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Нулевому уровню потенциальной энергии шарика соответствует его положение равновесия.

- а) Чему равна начальная потенциальная энергия шарика?
- б) Чему равна скорость шарика в момент, когда нить составляет угол  $45^\circ$  с вертикалью?
- в) Чему равна сила натяжения нити в этот же момент?

4. Брус массой 12 кг и длиной 80 см лежит на двух опорах. Первая опора расположена на расстоянии 20 см от левого конца стержня, а вторая — на расстоянии 10 см от правого конца.

- а) На какую опору брус давит сильнее? Обоснуйте свой ответ.
- б) Во сколько раз сила давления бруса на одну опору больше, чем на другую?

в) С какой направленной вниз силой надо надавить на левый конец бруса, чтобы приподнять его правый конец?

## Вариант 2

1. Стартовавшая с поверхности Земли двухступенчатая ракета общей массой 4 т движется вертикально вверх. В момент, когда скорость ракеты равна 3 км/с, от ракеты «отстреливается» с некоторой скоростью относительно ракеты первая ступень массой 1 т, при этом скорость второй ступени ракеты возрастает до 5 км/с.

а) Чему равен модуль начального импульса ракеты до «отстреливания» первой ступени?

б) Как направлена относительно Земли скорость первой ступени сразу после «отстреливания»: вверх или вниз?

в) Чему равна по модулю скорость первой ступени сразу после «отстреливания»?

2. Шайба массой 300 г соскальзывает с закреплённой гладкой горки высотой 50 см, плавно переходящей в горизонтальную поверхность. В конце спуска шайба абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся на горизонтальной поверхности бруском массой 1 кг. Нулевому уровню потенциальной энергии шайбы соответствует её положение на горизонтальной поверхности.

а) Чему равна начальная потенциальная энергия шайбы?

б) Чему равна скорость шайбы в конце спуска?

в) С какой скоростью будут двигаться шайба и брусок сразу после столкновения?

3. В брусок массой 2,5 кг, подвешенный на лёгкой нити длиной 1,2 м, попадает горизонтально летящая пуля массой 10 г и застревает в нём. Скорость пули перед попаданием в брусок равна 500 м/с. Примите, что сопротивлением воздуха можно пренебречь.

а) Чему будет равна скорость бруска с пулей непосредственно после попадания пули?

б) На какую максимальную высоту будет подниматься брусок с пулей во время возникших колебаний?

в) Чему будет равна сила натяжения нити при подъёме бруска на максимальную высоту?

4. В пресной воде плавает плоская льдина площадью  $1,2 \text{ м}^2$ . Толщина льдины 10 см.

а) Какова высота надводной части льдины?

б) Чему равна действующая на льдину выталкивающая сила?

в) Какой массы груз надо положить на льдину, чтобы её верхняя поверхность оказалась на уровне воды?

### Вариант 3

1. В движущуюся по рельсам тележку массой 200 кг вертикально падает мешок песка массой 50 кг, после чего тележка едет вместе с мешком. Начальная скорость тележки равна 2 м/с, скорость мешка с песком непосредственно перед падением равна 1,2 м/с. Примите, что трением между колёсами и рельсами можно пренебречь.

- а) Какая величина сохраняется при ударе мешка о тележку?
- б) Чему будет равна скорость тележки с песком?
- в) Чему равен модуль изменения импульса мешка с песком в результате столкновения с тележкой?

2. В начальном состоянии пружина жёсткостью 200 Н/м растянута на 3 см.

- а) Чему равна начальная потенциальная энергия пружины?
- б) Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину ещё на 3 см?
- в) Чему будет равна при этом потенциальная энергия пружины?

3. Небольшая шайба массой 200 г скользит по гладкому жёлобу, переходящему в окружность радиусом 40 см, и совершает полный оборот. Начальная высота шайбы 1,2 м.

- а) Чему равна скорость шайбы в нижней точке траектории?
- б) Чему равна скорость шайбы в верхней точке окружности?
- в) С какой силой давит шайба на жёлоб в верхней точке окружности?

4. Концы троса закреплены на одинаковой высоте, а к середине троса подвешен груз массой 6 кг.

- а) Одинаковы ли силы натяжения тросов? Обоснуйте свой ответ.
- б) Чему равны силы натяжения тросов, если угол между ними равен  $60^\circ$ ?
- в) Чему равны силы натяжения тросов, если угол между ними прямой?

### Вариант 4

1. Водомётный двигатель катера каждую секунду выбрасывает 80 л воды. Скорость выбрасываемой воды относительно земли равна 20 м/с. Катер движется по озеру прямолинейно равномерно.

- а) Чему равна равнодействующая всех сил, действующих на катер?
- б) Чему равен импульс воды, выбрасываемой катером каждую секунду?
- в) Чему равна по модулю суммарная сила сопротивления воды и воздуха, действующая на катер?

2. Брусок массой 400 г соединён с пружиной жёсткостью 200 Н/м и лежит на гладком столе. Другой конец пружины закреплён в стене. Брусок сдвинули так, что пружина сжалась на 6 см, и отпустили без толчка.

- а) Чему равна начальная потенциальная энергия пружины?
- б) Какова будет максимальная скорость бруска?
- в) Чему будет равна скорость бруска, когда удлинение пружины будет равно 3 см?

3. Из пушки вылетел снаряд со скоростью 800 м/с под углом  $60^\circ$  к горизонту. В верхней точке траектории снаряд разорвался на два осколка равной массы. Первый осколок упал под точкой разрыва снаряда, а скорость второго осколка сразу после разрыва была направлена горизонтально.

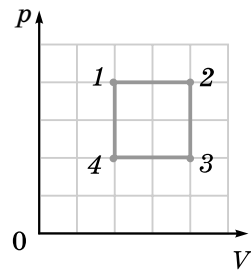
- а) Чему была равна скорость первого осколка сразу после разрыва?
- б) Через какой промежуток времени после разрыва второй осколок упал на землю?
- в) На каком расстоянии от пушки упал второй осколок?

4. Медный шар, подвешенный к динамометру, погружают полностью сначала в воду, а затем в керосин. Разность показаний динамометра в описанных опытах равна 2 Н.

- а) При погружении в какую жидкость показание динамометра больше? Обоснуйте свой ответ.
- б) Чему равен объём шара?
- в) Чему будет равно показание динамометра, если погрузить шар в воду наполовину?

**Контрольная работа №4****Молекулярная физика. Термодинамика****Вариант 1**

1. На рисунке изображён график газового процесса, состоящего из четырёх этапов. Абсолютная температура газа в состояниях 2 и 4 равна соответственно 600 К и 150 К.



а) Являются ли этапы данного процесса какими-либо изопроцессами? Если да, то какими?

б) Есть ли среди состояний 1, 2, 3, 4 состояния с одинаковой температурой? Если да, то какие?

в) Чему равна температура в состоянии 1?

2. Температура газа  $37\text{ }^\circ\text{C}$ , его плотность  $1,2\text{ кг/м}^3$ , а среднеквадратичная скорость его молекул  $525\text{ м/с}$ .

а) Чему равна абсолютная температура газа?

б) Какой это может быть газ?

в) Чему равно давление газа?

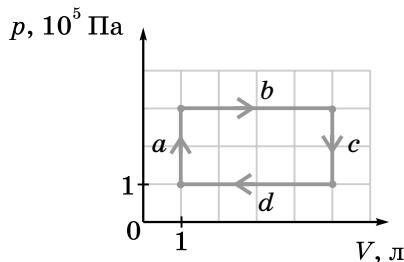
3. Алюминиевый цилиндр массой  $300\text{ г}$  вынули из кипятка и поместили в калориметр с водой при температуре  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . После установления теплового равновесия температура содержимого сосуда стала равной  $35\text{ }^\circ\text{C}$ . Удельная теплоёмкость алюминия равна  $0,9\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ .

а) Чему равно количество теплоты, переданное цилиндром воде?

б) Чему равна масса воды?

в) Чему станет равна температура содержимого калориметра, если поместить в него второй такой же цилиндр, вынутый из кипятка?

4. На рисунке изображён график зависимости давления данной массы одноатомного газа от объёма.



- а) На каких этапах газ получал количество теплоты от нагревателя?
- б) Чему равно количество теплоты, полученное от нагревателя за один цикл?
- в) Чему равен КПД цикла?

### Вариант 2

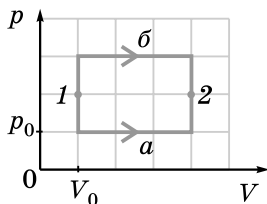
1. В сосуде объёмом 40 л при 47 °С содержится смесь газов, состоящая из водорода и гелия. Масса водорода 4 г, масса гелия 10 г.

- а) Для какого газа количество вещества больше? Во сколько раз?
- б) Парциальное давление какого газа больше? Во сколько раз?
- в) Чему равно давление смеси газов?

2. Цилиндр под поршнем заполнен насыщенным водяным паром при температуре 100 °С. Начальный объём под поршнем равен 3 л.

- а) Чему равно давление пара?
- б) Чему равна масса пара?
- в) Чему будет равно давление пара, если его объём увеличить в 4 раза при той же температуре?

3. Данную массу одноатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 2 двумя различными способами: *a* и *б* (см. рисунок).



- а) При каком способе работа газа больше? Обоснуйте свой ответ.
- б) Во сколько раз работа газа при одном способе больше, чем при другом?
- в) Во сколько раз количество теплоты, переданное газу при одном способе, больше, чем при другом?

4. В калориметр, содержащий 120 г льда при температуре  $-15\text{ °С}$ , впускали водяной пар при температуре  $100\text{ °С}$  до тех пор, пока весь лёд не растаял. Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ , удельная теплота парообразования воды  $2300\text{ кДж/кг}$ .

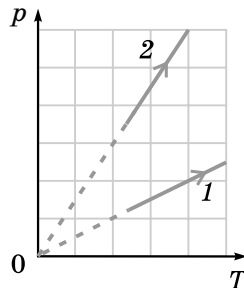
- а) Какое количество теплоты надо сообщить льду, чтобы нагреть его до температуры плавления?



- б) Какое количество теплоты надо сообщить льду в начальном состоянии, чтобы он весь растаял?  
 в) Чему равна масса воды в калориметре в конечном состоянии?

### Вариант 3

1. На рисунке изображены графики зависимости давления одной и той же массы данного газа от температуры в двух различных процессах.



- а) Являются ли эти процессы какими-либо изопроцессами? Если да, то какими?  
 б) В каком из процессов объём газа больше?  
 в) Во сколько раз объём газа в одном из процессов больше, чем в другом?

2. При нагревании газа на  $100\text{ К}$  среднеквадратичная скорость движения молекул увеличилась от  $1580\text{ м/с}$  до  $1765\text{ м/с}$ .

- а) Чему равно отношение средних кинетических энергий поступательного движения молекул в конечном и начальном состояниях?  
 б) Чему равна начальная абсолютная температура газа?  
 в) Какой это может быть газ?

3. Данная масса газа получила количество теплоты, равное  $450\text{ Дж}$ , и совершила при этом работу, равную  $320\text{ Дж}$ .

- а) Как изменилась внутренняя энергия газа?  
 б) Мог ли данный процесс быть изотермическим? Обоснуйте свой ответ.  
 в) Мог ли данный процесс быть изохорным? Обоснуйте свой ответ.

4. Тепловой двигатель получил от нагревателя за некоторое время количество теплоты, равное  $4\text{ МДж}$ , а охладителю за то же самое время отдал количество теплоты, равное  $3,2\text{ МДж}$ . Температура нагревателя равна  $1000\text{ К}$ , а температура охладителя равна  $300\text{ К}$ .

- а) Чему равна полезная работа, совершённая двигателем за данное время?
- б) Чему равен КПД данного двигателя?
- в) Во сколько раз максимально возможный КПД этого двигателя больше реального?

### Вариант 4

1. В некотором процессе температура и объём данной массы газа связаны соотношением  $TV^2 = \text{const}$ .

- а) Является ли данный процесс изопроцессом? Если да, то каким?
- б) Увеличивается или уменьшается давление газа при уменьшении его объёма в данном процессе?
- в) Во сколько раз изменяется давление газа при увеличении его объёма в 2 раза?

2. Цилиндр под поршнем заполнен воздухом при температуре  $20^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $80\%$ . Начальный объём под поршнем равен  $3\text{ л}$ .

- а) Чему равно парциальное давление насыщенного водяного пара при данной температуре?
- б) Чему равна масса водяного пара в воздухе?
- в) До какого объёма надо сжать воздух при той же температуре, чтобы началось выпадение росы?

3. В металлическом баллоне содержится  $6\text{ г}$  инертного газа при температуре  $20^\circ\text{C}$ . После того как баллон погрузили в кипяток, внутренняя энергия газа увеличилась на  $2\text{ кДж}$ .

- а) Во сколько раз увеличилась абсолютная температура газа?
- б) Чему равно количество вещества в газе?
- в) Какой это газ?

4. В калориметр, содержащий лёд при температуре  $-8^\circ\text{C}$ , добавили  $100\text{ г}$  воды при температуре  $20^\circ\text{C}$ . После установления теплового равновесия в калориметре оказался только лёд при температуре  $-2^\circ\text{C}$ . Удельная теплота плавления льда  $330\text{ кДж/кг}$ .

- а) Какое количество теплоты отдаёт вода, охлаждаясь до  $0^\circ\text{C}$ ?
- б) Какое количество теплоты отдаёт вода в начальном состоянии для превращения в лёд при конечной температуре?
- в) Чему равна начальная масса льда?

**Контрольная работа №5****Электростатика. Постоянный ток****Вариант 1**

1. Два одинаковых металлических шарика, имеющие заряды  $5 \text{ нКл}$  и  $-7 \text{ нКл}$ , находятся на расстоянии  $60 \text{ см}$  друг от друга.

а) Шарiki притягиваются или отталкиваются? Обоснуйте свой ответ.

б) С какими по модулю силами взаимодействуют шарiki?

в) Во сколько раз по модулю изменятся силы взаимодействия шариков, если привести их в соприкосновение, а потом развести на прежнее расстояние?

2. Протон переместился в однородном электростатическом поле из точки с потенциалом  $100 \text{ В}$  в точку с потенциалом  $300 \text{ В}$ .

а) Увеличилась или уменьшилась скорость протона? Обоснуйте свой ответ.

б) Какую работу совершило электрическое поле по перемещению протона?

в) Какова минимальная начальная скорость протона?

3. Два проводника соединены последовательно. Напряжение на первом проводнике равно  $120 \text{ В}$ , а на втором —  $40 \text{ В}$ .

а) Сопротивление какого проводника больше? Обоснуйте свой ответ.

б) В каком проводнике мощность тока больше? Во сколько раз?

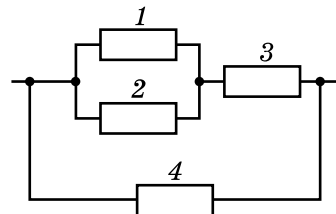
в) Увеличится или уменьшится мощность тока в данном участке цепи, если проводники соединить параллельно при условии, что напряжение на участке цепи останется прежним? Во сколько раз?

4. На рисунке изображена схема участка электрической цепи. Сопротивления резисторов  $R_1 = 12 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 24 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 16 \text{ Ом}$ . Напряжение на концах участка равно  $48 \text{ В}$ .

а) Какие два резистора на этой схеме можно заменить одним резистором? Чему будет равно его сопротивление?

б) Чему равно сопротивление данного участка цепи?

в) Чему равна мощность тока в третьем резисторе?



## Вариант 2

1. Два точечных заряда 2 нКл и 18 нКл расположены на расстоянии 12 см друг от друга.

а) Как направлен вектор напряжённости электрического поля в точке, расположенной посередине между зарядами: в сторону заряда 2 нКл или в сторону заряда 18 нКл? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равна напряжённость электрического поля в точке, находящейся посередине между зарядами?

в) На каком расстоянии от заряда 2 нКл находится точка, в которой напряжённость поля равна нулю?

2. Конденсатор электроёмкостью 4 мкФ соединён с источником постоянного напряжения 80 В.

а) Чему равен заряд конденсатора?

б) Чему равна энергия заряженного конденсатора?

в) Увеличится или уменьшится энергия заряженного конденсатора при уменьшении расстояния между обкладками в 4 раза? Во сколько раз?

3. Если к источнику тока подключить резистор сопротивлением 10 Ом, то сила тока в цепи будет равна 4 А, а если последовательно с этим резистором соединить второй такой же, то сила тока в цепи станет равной 2,5 А.

а) Увеличилось или уменьшилось полное сопротивление цепи при подключении второго резистора? Во сколько раз?

б) Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

в) Чему будет равна сила тока в цепи, если последовательно с двумя резисторами подключить такой же третий резистор?

4. В результате прохождения электрического тока в течение 30 мин через раствор медного купороса с двух сторон прямоугольной металлической пластинки размером  $2 \times 10$  см образовался слой меди. Сила тока равна 1,5 А, валентность меди равна 2.

а) Какой заряд прошёл через электролитическую ванну за указанное время?

б) Чему равен электрохимический эквивалент меди?

в) Чему равна толщина образовавшегося слоя меди?

## Вариант 3

1. На концах гладкого горизонтального изолирующего стержня длиной 20 см укреплены заряженные шарики с зарядами 2 нКл и

18 нКл. Между ними находится третий заряженный шарик с зарядом 4 нКл, который может скользить по стержню. Третий шарик находится в равновесии.

а) С какими по модулю силами взаимодействуют шарики, укрепленные на концах стержня?

б) На каком расстоянии от шарика с зарядом 2 нКл расположен третий шарик?

в) С какими по модулю силами взаимодействуют ближайшие из трёх шариков?

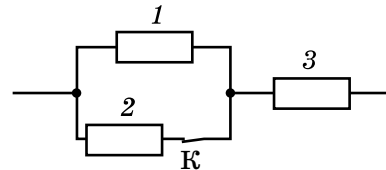
2. Шарик массой 0,2 г с зарядом 0,5 мкКл движется из состояния покоя в однородном электростатическом поле прямолинейно, при этом его траектория образует с вертикалью угол  $60^\circ$ . Вектор напряжённости поля направлен горизонтально.

а) Какой угол с вертикалью составляет равнодействующая приложенных к шарiku сил?

б) Чему равен модуль напряжённости электростатического поля?

в) С каким по модулю ускорением движется шарик?

3. Три резистора сопротивлениями  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 40 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 30 \text{ Ом}$  соединены так, как показано на рисунке, и подключены к источнику постоянного напряжения 19 В.



а) Чему равна мощность тока в данном участке цепи?

б) Чему равна мощность тока в каждом резисторе?

в) Увеличится или уменьшится мощность тока в третьем резисторе, если разомкнуть ключ К? Во сколько раз?

4. ЭДС источника тока равна 18 В. КПД источника тока равен 50 %, когда сопротивление внешней цепи равно 3 Ом.

а) Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

б) Чему равен КПД этого источника тока, когда сопротивление внешней цепи равно 7 Ом?

в) При каком внешнем сопротивлении мощность тока во внешней цепи равна 8 Вт?

### Вариант 4

1. На нитях длиной 70 см каждая, закреплённых сверху в одной точке, подвешены два одинаковых маленьких шарика, имеющие за-

ряды 24 мкКл и 16 мкКл. Шарики погружены в дистиллированную воду. Когда шарики находятся в равновесии, расстояние между ними равно 70 см.

- С какими силами шарики взаимодействуют друг с другом?
- Чему равна напряжённость электрического поля в точке, находящейся посередине между шариками?
- Чему равны массы шариков?

2. Протон влетает в плоский конденсатор. Расстояние между обкладками равно 4 мм, напряжение между обкладками равно 120 В.

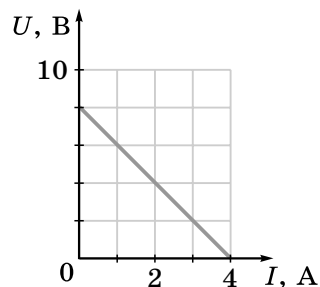
- Чему равна напряжённость электрического поля в конденсаторе?
- Чему равна по модулю сила, действующая на протон в конденсаторе?
- С каким по модулю ускорением движется протон в конденсаторе?

3. На рисунке изображён график зависимости напряжения  $U$  на полюсах источника от силы тока  $I$  в цепи.

- Чему равна сила тока короткого замыкания?

б) Чему будет равна сила тока, если подключить к данному источнику тока резистор сопротивлением 8 Ом?

- Резистор какого сопротивления надо подключить к данному источнику тока, чтобы КПД источника тока был максимально возможным?

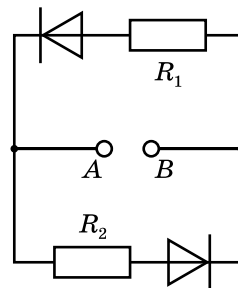


4. К клеммам  $A$  и  $B$  (см. рисунок) подключают источник тока с ЭДС, равной 48 В, и внутренним сопротивлением 4 Ом. Сопротивления резисторов  $R_1 = 8$  Ом,  $R_2 = 4$  Ом.

а) Через какой резистор будет идти ток, если положительный полюс источника тока подключён к клемме  $B$ , а отрицательный — к клемме  $A$ ? Обоснуйте свой ответ.

б) Чему равна при этом мощность тока во внешней цепи?

- Чему равен при этом КПД источника тока?



## ОТВЕТЫ

### Кинематика

**1.1.1.** а) 0 м. б) 5 м. в) За 3 ч. **1.1.2.** а) 2,82 м. б) 4 м. в) По полуокружно-сти. **1.2.1.** а) 1,885 км. б) 314 м. в) 942 м. **1.2.2.** а) 5 км. б) 3,61 км. в) 3,46 км. **1.3.1.** а) Примерно 10 000 км. б) Примерно 9 000 км. в) Примерно 8 000 км. **1.3.2.** а) 3,5 м. б) 0,5 м. в) 1,2 м. **1.4.1.** а) 24,1 км. б) 10 км. в) 7,07 км. **1.4.2.** а) 20 см. б) 14,1 см. в) 17,3 см.

**2.1.1.** а) Второй. б)  $-2$  м/с; 5 м/с. в) 7 м/с. **2.1.2.** а) 1 ч (это очевидно, если перейти в систему отсчёта, связанную с плотом). б) В 2,41 раза. в) 1,46 км/ч. **2.2.1.** а) 1 ч. б) 3 ч. в) 26,7 км. **2.2.2.** а) Перпендикулярно берегу. б) 50 с. в) 57,7 с. **2.3.1.** а) В 1,33 раза. б) В 3 раза. в) За 36 с. **2.3.2.** а) Первый график соответствует автомобилю, а второй — велосипедисту. б)  $-25$  км/ч; 75 км/ч. в) 100 км/ч. **2.4.1.** б)  $x = 10$  м;  $t = 2$  с. в) 15 м/с. **2.4.2.** а) 50 км. б) 50 км/ч.

**3.1.1.** а)  $v_{1x} = 12 - 2t$ ;  $v_{2x} = 4 + t$ . б) 20 м. в) 10 м. **3.1.2.** а) 5 м/с<sup>2</sup>. б) 2 с. в) 12,5 м. **3.2.1.** б) 5 с. в) 12,5 м. **3.2.2.** а) 2,5 м/с<sup>2</sup>. б) 4 с. в) 3,75 м. **3.3.1.** а) 150 м. б) 4,2 м/с<sup>2</sup>. в) 140 м. **3.3.2.** а) 4,5 м/с<sup>2</sup>. б) 6,67 с. в) 1,95 с. **3.4.1.** а) 4 м/с<sup>2</sup>. б) 12 м/с. в) 18 м. **3.4.2.** а) 3 м/с<sup>2</sup>. б) 15 м/с. в) 21,2 м/с.

**4.1.1.** а) 20 м. б) 0,83 с. в) 23,3 м. **4.1.2.** а) 20 м/с. б) 28,3 м/с. в) 3,46 с. **4.2.1.** а) 25 м. б) 10 м/с. в) 30 м/с. **4.2.2.** а) 3 с. б) 42,4 м/с. в) 100,6 м. **4.3.1.** а) 7 с. б) 49,5 м. в) 65 м. **4.3.2.** а) 15 м/с. б) 33,75 м. в) Через 2,6 с. **4.4.1.** а) 4 с. б) 15 м. в) 2 с. **4.4.2.** а) 100 м. б) 34 м/с. в) 14,4 м.

**5.1.1.** а) Чёрная. б) В 2 раза. в) В 2 раза. **5.1.2.** а) 60 с. б)  $2,6 \cdot 10^{-2} \frac{M}{c}$ . в)  $2,7 \cdot 10^{-3} \frac{M}{c^2}$ . **5.2.1.** а) Белой. б) В 3 раза. в) В 3 раза. **5.2.2.** а) 0 м/с. б) 1,57 м/с. в) 3,14 м/с. **5.3.1.** а)  $0,05 \frac{1}{c}$ . б) 13 см/с. в)  $3,9 \cdot 10^{-2} \frac{M}{c^2}$ . **5.3.2.** а) 3600 с. б) 0,52 мм/с. в)  $9,1 \cdot 10^{-7} \frac{M}{c^2}$ . **5.4.1.** а) 1,57 с. б)  $4 \frac{1}{c}$ . в)  $8 \frac{M}{c^2}$ . **5.4.2.** а) 0 м/с. б) 4 м/с. в) 2,82 м/с.

### Динамика

**6.1.1.** а) Вертикально вверх; 30 Н. б) Лишними данными являются масса тела и его скорость. в) Вторую силу надо уменьшить на 3 Н. **6.1.2.** а) 10 м/с<sup>2</sup>. б) 5 Н. в) Через 1 с. **6.2.1.** а)  $-2$  Н. б) 1 кг. в) 4 м. **6.2.2.** а) 10 м/с<sup>2</sup>. б) 1 кг. в) 2,6 с. **6.3.1.** а) Силы направлены одинаково. б) 0,5 м/с<sup>2</sup>. в) Под прямым углом друг к другу. **6.3.2.** а) К центру окружности. б) 30 Н. в) 6 м/с. **6.4.1.** а) 2 м/с<sup>2</sup>. б) Под углом 120°. в) 3,46 м/с<sup>2</sup>. **6.4.2.** а) К центру окружности. б) 1,35 кг. в) 5 с.



**7.1.1.** а)  $2 \cdot 10^{-11}$  Н. б) 4,4 кг. в) 1,66 кг; 11,6 кг. **7.1.2.** а)  $9,3 \text{ м/с}^2$ . б)  $2,5 \cdot 10^3$  км. в)  $6,9 \cdot 10^3$  км. **7.2.1.** а) 1,5 мН. б) На 3 м. в) 65 см. **7.2.2.** а)  $3,2 \cdot 10^{24}$  кг. б) 6,2 км/с. в)  $4,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . **7.3.1.** а) На вторую планету действует в 4 раза бóльшая сила притяжения. б) Скорость второй планеты в 2 раза больше. в) 8. **7.3.2.** а) 56 Н. б)  $5,6 \text{ м/с}^2$ . в) 5,3 км/с. **7.4.1.** а) На вторую; в 4 раза. б) 1,41. в) 2,82. **7.4.2.** а)  $6 \text{ м/с}^2$ . б)  $3,2 \cdot 10^{24}$  кг. в)  $3,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

**8.1.1.** а) 400 г. б) 1 кг. в) 17,5 см. **8.1.2.** а) У первой. б) 5 см. в) 2,5 см. **8.2.1.** а) 100 Н/м. б) 600 г. в) 9 см. **8.2.2.** а) У третьей. б) 4 см. в) С ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ , направленным вниз. **8.3.1.** а) 15 см. б) С ускорением  $10 \text{ м/с}^2$ , направленным вверх. в) С ускорением, равным  $5 \text{ м/с}^2$ , направленным вниз. **8.3.2.** а) В случае, изображённом на рисунке б; в 4 раза. б) 13 см. в) 500 Н/м. **8.4.1.** а) 50 Н/м. б) 4 см. в) С ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ , направленным вниз. **8.4.2.** а) В 3 раза. б) 11 см. в) 1 кН/м.

**9.1.1.** а) Для первого, в 1,5 раза. б)  $\mu_1 = 0,75$ ; в) В 1,5 раза. **9.1.2.** а) 4 Н. б) 0,4. в)  $2 \text{ м/с}^2$ . **9.2.1.** а) 0,5. б)  $5 \text{ м/с}^2$ . в) 2,5 см. **9.2.2.** а) Нулю. б) 1 Н. в) 8 см. **9.3.1.** а) Сила трения покоя. б) 0,5. в) 0 м. **9.3.2.** а) Нулю. б) Сила должна быть больше, чем 7 Н. в) 2 Н; вправо. **9.4.1.** а) Сила должна быть больше 0,8 Н. в) 75 см. **9.4.2.** а) Нулю. б) 3,7 Н. в) 0,28.

**10.1.1.** а)  $5 \text{ м/с}^2$ . б) 0,57 с. в) 1,41 м/с. **10.1.2.** а) 3,46 Н. б)  $0,67 \text{ м/с}^2$ . в) 1,15 м/с. **10.2.1.** а)  $8,66 \text{ м/с}^2$ . б) 0,48 с. в) 2,1 м/с. **10.2.2.** а) 1 Н. б)  $5,2 \text{ м/с}^2$ . в) 1,1 с. **10.3.1.** а)  $8,66 \text{ м/с}^2$ ; вниз вдоль наклонной плоскости. б) 0,17 с. в) 13 см. **10.3.2.** а) 1,5 Н. б)  $12,2 \text{ м/с}^2$ ; вниз вдоль наклонной плоскости. в) 0,12 с. **10.4.1.** а)  $5 \text{ м/с}^2$ ; вниз вдоль наклонной плоскости. б) 3,9 м/с. в) 0,77 с. **10.4.2.** а) 4,3 Н. б)  $9,3 \text{ м/с}^2$ ; вниз вдоль наклонной плоскости. в) 21 см.

**11.1.1.** а) К центру окружности, дугой которого является дорога на повороте. б) 114 км/ч. в) 100 м. **11.1.2.** а) Горизонтально, к центру окружности, по которой движется груз. б) 0,87 Н. в) 1,26 с. **11.2.1.** а) К центру окружности, по которой едет автомобиль. б) 0,49. в) 98 км/ч. **11.2.2.** а) Горизонтально, к центру окружности, по которой движется груз. б) 75 см. в) 0,62 Гц. **11.3.1.** а) К центру окружности, по которой едет автомобиль. б) 139 м. в) 127 км/ч. **11.3.2.** а) Горизонтально, к центру окружности, по которой движется груз. б) 1 м. в) 1,7 м/с. **11.4.1.** а) К оси цилиндра. б) 18,7 км/ч. в) 3,6 кН. **11.4.2.** а) Горизонтально, к центру окружности, по которой движется груз. б) 52 см. в) 1,1 с.

**12.1.1.** а)  $5 \text{ м/с}^2$ . б) 1 Н. в) 3 Н. **12.1.2.** а) Одинаковая. б)  $2 \text{ м/с}^2$ . в) 0,8 Н. **12.2.1.** а) 1,8 Н. б) 0,6 Н. в) 1,2 Н. **12.2.2.** а) Одинаковая. б)  $5 \text{ м/с}^2$ . в) 1 Н. **12.3.1.** а) Одинаковая. б)  $6 \text{ м/с}^2$ . в) 1,6 Н. **12.3.2.** а) С силами трения покоя. б) 0,8 Н. в) 2 Н. **12.4.1.** а) Одинаковая. б)  $2 \text{ м/с}^2$ . в) 2,4 Н. **12.4.2.** а) С силами трения скольжения. б) 1,8 Н. в) Больше, чем 3 Н.



**Законы сохранения в механике и статика**

- 13.1.1.** а)  $16 \cdot 10^3 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) Уменьшился на  $4 \cdot 10^3 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в)  $20 \cdot 10^3 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ .
- 13.1.2.** а)  $2 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б)  $1 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в)  $2 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . **13.2.1.** а)  $0,5 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б)  $0,9 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ .  
в) 8 м. **13.2.2.** а)  $0,126 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б)  $0,251 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в)  $0,178 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . **13.3.1.** а)  $1 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ .  
б)  $1 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в) 50 Н. **13.3.2.** а)  $0,02 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б)  $0,04 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в) 0. **13.4.1.** а)  $0,3 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$   
и  $0,4 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б)  $0,5 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в) 5 м/с. **13.4.2.** а)  $0,4 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б)  $0,16 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в)  $0,4 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ .
- 14.1.1.** а) Нулю. б) 0,5 м/с. в) 2,5 см. **14.1.2.** а)  $0,3 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) Одинаково.  
в) 0,5 м/с. **14.2.1.** а) Нет. б) Проекция суммарного импульса пушечки и шара на горизонтальную ось. в) 0,05 с. **14.2.2.** а)  $0,6 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) Противоположно.  
в) 1,6 м/с. **14.3.1.** а)  $200 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) Первой. в) 60 кг. **14.3.2.** а) Проекция суммарного импульса тележки и мешка на горизонтальную ось. б) 2 м/с.  
в)  $250 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . **14.4.1.** а)  $120 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) Второй. в) Противоположно скорости первой тележки; 4 м/с. **14.4.2.** а) Нет. б) Проекция суммарного импульса тележки и мешка на горизонтальную ось. в) 0,5 м/с.
- 15.1.1.** а)  $5,4 \cdot 10^6 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) . в) 3,5 км/с. **15.1.2.** а)  $5 \cdot 10^6 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) Вверх.  
в) 1 км/с. **15.2.1.** а)  $9 \cdot 10^6 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б)  $9 \cdot 10^6 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в) 300 кг. **15.2.2.** а)  $6 \cdot 10^6 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ .  
б)  $7,5 \cdot 10^5 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в) 375 кг. **15.3.1.** а) Нулю. б)  $1500 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . в) 1,5 кН.  
**15.3.2.** а)  $20 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) 40 м/с. в) 1 кг. **15.4.1.** а) 750 Н. б) 1,2 кН. в) 450 Н.  
**15.4.2.** а)  $15 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}$ . б) 30 м/с. в) 45 м.
- 16.1.1.** а) -0,4 Дж. б) 5 м/с<sup>2</sup>. в) 0,1 Дж. **16.1.2.** а) 4 кДж. б) 2 кВт. в) 0,2 м/с.  
**16.2.1.** а) 1 Дж. б) -0,69 Дж. в) 1,75 м/с. **16.2.2.** а) 2 кН. б) 20 м/с. в) 40 кВт.  
**16.3.1.** а) Отрицательную. б) -0,2 Дж. в) 0,36 Дж. **16.3.2.** а) На 1 м. б) -2 Дж.  
в) 2 Вт. **16.4.1.** а) 12 Дж. б) 2 м/с<sup>2</sup>. в) -10 Дж. **16.4.2.** а) 1 м/с. б) 10 кВт.
- 17.1.1.** а) 20 мДж. б) 60 мДж. в) 80 мДж. **17.1.2.** а) 20 Дж. б) 10 м. в) 0,59 с.  
**17.2.1.** а) 3 см. б) 4,2 см. в) 0,27 Дж. **17.2.2.** а) 160 Дж. б) 40 м. в) 28,3 м/с.



**17.3.1.** а) 0,4 Дж. б) 0,3 Дж. в) 0,3. **17.3.2.** а) 3 кН/м. б) 0,6 Дж. в) 3,15 Дж.  
**17.4.1.** а) 6,4 кДж. б) Через 3 с. в) 10. **17.4.2.** а) 100 Дж. б) 25 Дж. в) Через 1 с.

**18.1.1.** а) 23 см. б) 0,23 Дж. в) 2,16 м/с. **18.1.2.** а) 1,2 Дж. б) 3,46 м/с.  
 в) 0,99 м/с. **18.2.1.** а) 600 Дж. б) -168 Дж. в) 13,1 м/с. **18.2.2.** а) 0,8 Дж.  
 б) 0,2 Дж. в) 3,46 м/с. **18.3.1.** а) -1 Дж. б) -0,5 Дж. в) 1,8 м/с. **18.3.2.** а) 0,08 Дж.  
 б) 0,89 м/с. в) 0,59 м/с. **18.4.1.** а) 2 см. б) 0,1 Дж. в) 0,45 м/с. **18.4.2.** а) 40 Дж.  
 б) 10 Дж. в) 30 Дж.

**19.1.1.** а) 0,2 Дж. б) 2 м/с. в) 0,75 Н. **19.1.2.** а) 0. б) 4,47 м/с. в) 5 Н.  
**19.2.1.** а) 10 м/с<sup>2</sup>. б) 2,83 м/с. в) 3 Н. **19.2.2.** а) 4,47 м/с. б) 2,83 м/с. в) 1,67 Н.  
**19.3.1.** а) 0,8 Дж. б) 3,72 м/с. в) 2,6 Н. **19.3.2.** а) 10 м/с<sup>2</sup>. б) 5 м/с. в) 3,9 м/с.  
**19.4.1.** а) 3,46 м/с. б) 5 Н. в) 50 см. **19.4.2.** а) 1,4 м/с. б) 0,5 Н. в) 2 м/с.

**20.1.1.** а) 500 м/с. б) 8 км. в) 21,5 км. **20.1.2.** а) 3 м/с. б) 45 см. в) 0,95.  
**20.2.1.** а) 30 с. б) 15,6 км. в) 46,8 км. **20.2.2.** а) 3,2 м/с. б) 7,1 м/с. в) 361 м/с.  
**20.3.1.** а) Первого. б) 600 м/с. в)  $\frac{m_1}{m_2} = 1,49$ . **20.3.2.** а) На 20 мДж. б) 1,55 м/с.  
 в) 0,26 м/с. **20.4.1.** а) 3 м/с. б) 0,4 с. в) 1,44 м. **20.4.2.** а) Влево. б) 23 см/с.  
 в) 1,15 м/с.

**21.1.1.** а) 80 Н. б) 75 см. в) 24 Н. **21.1.2.** а) Нулю. б) 141 Н. в) 45°.  
**21.2.1.** а) Второго. б) В 1,5 раза. в) 100 Н и 150 Н. **21.2.2.** а) Да. б) 120°.  
 в) 84,9 Н. **21.3.1.** а) На вторую. б) В 2 раза. в) 100 Н. **21.3.2.** а) 0,25 м. б) 25 Н · м.  
 в) 28,7 Н. **21.4.1.** а) 300 Н. б) 20 см. в) На 8 см. **21.4.2.** а) 0,866 м. б) 303 Н · м.  
 в) 606 Н.

**22.1.1.** а) 2 см. б) 3,6 кН. в) 40 кг. **22.1.2.** а) Уменьшилась. б) Уменьшилась  
 в 4/3 раза. в) 136 кг. **22.2.1.** а) При погружении в керосин. б) 0,5 дм<sup>3</sup>. в) 11,5 Н.  
**22.2.2.** а) 400 Па. б) 4 см. в) На 2 см. **22.3.1.** а) Увеличилась. б) На 100 дм<sup>3</sup>.  
 в) 1,8 т. **22.3.2.** а) 35 Н. б) 480 г. в) 2,02 кг. **22.4.1.** а) Диаметр алюминиевого  
 шара больше. б) Сила Архимеда, действующая на алюминиевый шар, в 3,3 ра-  
 за больше. в) В сторону свинцового; на 35,8 см. **22.4.2.** а) 1 кг. б) 8,75 Н.  
 в) 4,3 кПа.

### Молекулярно-кинетическая теория

**23.1.1.** а) В первом процессе изменялись давление газа и его объём, а во  
 втором — объём и температура газа. б) Увеличилось в 2 раза. в)  $\frac{P_K}{P_H} = 2$ .  
**23.1.2.** а) Процессы 1–2 и 3–4 являются изохорными, а процессы 2–3 и 4–1 —  
 изобарными. б) Температура одинакова в состояниях 2 и 4. в) 400 К.  
**23.2.1.** а) Процесс 1–2 — изохорный, а 2–3 — изобарный. б) 270 К. в) 810 К.  
**23.2.2.** а) Оба процесса являются изобарными. б) В первом. в) В 1,5 раза.  
**23.3.1.** а) Процесс 1–2 является изобарным, а процесс 2–3 является изотерми-  
 ческим. б) 2 л. в)  $\frac{P_3}{P_1} = 4$ . **23.3.2.** а) Оба процесса являются изохорными. б) Во

втором. в) В 2,5 раза. **23.4.1.** а) 300 К и 600 К. б) В 2 раза. в) 400 кПа. **23.4.2.** а) Оба процесса являются изотермическими. б) В первом. в) В 1,67 раза.

**24.1.1.** а) Для гелия; в 4 раза. б) Гелия; в 4 раза. в) 519 кПа. **24.1.2.** а) Данный процесс не является изопроцессом. б) Увеличивается. в) Увеличивается в 4 раза. **24.2.1.** а) Для водорода; в 3 раза. б) Водорода; в 3 раза. в) 665 кПа. **24.2.2.** а) Данный процесс не является изопроцессом. б) Увеличивается. в) Увеличивается в 9 раз. **24.3.1.** а) 400 кПа. б) Азота; в 14 раз. в) Масса водорода 0,48 г; масса азота 6,74 г. **24.3.2.** а) Данный процесс не является изопроцессом. б) Уменьшается. в) Уменьшается в 4 раза. **24.4.1.** а) 250 кПа. б) Азота; в 28 раз. в) Масса гелия 1,44 г; масса азота 40,4 г. **24.4.2.** а) Данный процесс не является изопроцессом. б) Уменьшается. в) Уменьшается в 9 раз.

**25.1.1.** а) 300 К. б) Например, кислород. в) 62 кПа. **25.1.2.** а) 1,33. б) 600 К. в) Например, азот. **25.2.1.** а) 400 К. б) Водород. в) 332 кПа. **25.2.2.** а) 1,125. б) 900 К. в) Например, кислород. **25.3.1.** а) 0,75 кг/м<sup>3</sup>. б) 693 м/с. в) Например, азот. **25.3.2.** а) 58 К. б)  $1,2 \cdot 10^{-21}$  Дж. в)  $3,75 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{м}^3}$ . **25.4.1.** а) 1,33 кг/м<sup>3</sup>. б) 581 м/с. в) Гелий. **25.4.2.** а) 462 К. б)  $9,6 \cdot 10^{-21}$  Дж. в)  $3,125 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{м}^3}$ .

**26.1.1.** а) 100 кПа. б) 0,7 г. в) 33 кПа. **26.1.2.** а) 2,34 кПа. б) 1,9 кПа. в) На 3 °С. **26.2.1.** а) 73 %. б) 12,6 г. в) На 5 °С. **26.2.2.** а) 47 кПа. б) 0,46 г. в) 47 кПа. **26.3.1.** а) 4,24 кПа. б) 0,036 г. в) До объёма 1,2 л. **26.3.2.** а) 12,34 кПа. б) 0,3 г. в) 0,12 г. **26.4.1.** а) 4,24 кПа. б) 0,085 г. в) 0,016 г. **26.4.2.** а) 12,34 кПа. б) 0,066 г. в) До объёма 0,8 л.

### Термодинамика

**27.1.1.** а) 12,6 кДж. б) 300 г. в) 37,8 °С. **27.1.2.** а) Увеличилась на 100 Дж. б) Нет. в) Нет. **27.2.1.** а) 8,97 кДж. б) 142 г. в) 45,3 °С. **27.2.2.** а) Увеличилась на 200 Дж. б) Нет. в) Да. **27.3.1.** а) 10,08 кДж. б) 371 г. в) 40,9 °С. **27.3.2.** а) Не изменилась. б) Да. в) Нет. **27.4.1.** а) 2,65 кДж. б) 28,8 °С. в) 34,9 °С. **27.4.2.** а) Нет. б) Нет. в) Адиабатным.

**28.1.1.** а) В 1,37 раза. б) 0,24 моль. в) 9,6 г. **28.1.2.** а) При способе а. б) В 3 раза. в) В 2,33 раза. **28.2.1.** а) В 1,37 раза. б) 0,32 моль. в) Неон. **28.2.2.** а) При способе б. б) В 4 раза. в) В 13 раз. **28.3.1.** а) При способе а. б) В 1,6 раза. в) В 1,86 раза. **28.3.2.** а) На этапах а и б. б)  $6p_0V_0$ . в) На этапах а и б;  $25,5p_0V_0$ . **28.4.1.** а) При способе б. б) В 4 раза. в) В 4 раза. **28.4.2.** а) На этапах d и а. б)  $6p_0V_0$ . в) На этапах d и а;  $24,5p_0V_0$ .

**29.1.1.** а) 1 МДж. б) 25 %. в) В 2,67 раза. **29.1.2.** а) На этапах 1–2 и 2–3. б) 2,35 кДж. в) 25,5 %. **29.2.1.** а) 3 МДж. б) 33 %. в) В 2,18 раза. **29.2.2.** а) На этапах 3–4 и 4–1. б) 600 Дж. в) 24,5 %. **29.3.1.** а) 3 МДж. б) 1,33. в) 32,5 %. **29.3.2.** а) На этапе 1–2. б) 3 кДж. в) 15 %. **29.4.1.** а) 6 МДж. б) 1,43. в) 36,4 %. **29.4.2.** а) На этапе 2–3. б) 150 Дж. в) 13 %.



**30.1.1.** а) 3,15 кДж. б) 52,65 кДж. в) 169 г. **30.1.2.** а) 7,35 кДж. б) 130 кДж. в) 15,3 °С. **30.2.1.** а) 2,62 кДж. б) 82,5 кДж. в) 281 г. **30.2.2.** а) 2,62 кДж. б) 95,6 кДж. в) 2,28 кг. **30.3.1.** а) 2,1 кДж. б) 77,1 кДж. в) 134 г. **30.3.2.** а) 8,4 кДж. б) 42,45 кДж. в) -13,8 °С. **30.4.1.** а) 1,575 кДж. б) 114 кДж. в) 200 г. **30.4.2.** а) 9,45 кДж. б) 61,2 кДж. в) 5,82 кг.

### Электростатика

**31.1.1.** а) Да. б) Нет. в) На сфере электрометра образовался отрицательный заряд, а на стержне и стрелке — положительный. **31.1.2.** а) Притягиваются. б)  $1,38 \cdot 10^{-26}$  Н. в) Уменьшатся в 2,14 раза. **31.2.1.** а) Отталкиваются. б)  $2,95 \cdot 10^{-7}$  Н. в) Увеличатся в 1,19 раза. **31.2.2.** а)  $1,78 \cdot 10^{-5}$  Н. б) 6 см. в)  $6 \cdot 10^{-5}$  Н. **31.3.1.** а) Увеличились. б) 1,2 м. в) 6 нКл. **31.3.2.** а)  $6,48 \cdot 10^{-3}$  Н. б)  $4,35 \cdot 10^{-2}$  Н. в) В 7,7 раза. **31.4.1.** а)  $1,44 \cdot 10^{-5}$  Н. б)  $0,72 \cdot 10^{-5}$  Н. в)  $2,76 \cdot 10^{-5}$  Н. **31.4.2.** а) 0,4 Н. б) 40 г. в) 0,57 Н.

**32.1.1.** а) В сторону заряда 2 нКл. б) 60 кН/Кл. в) 2 см. **32.1.2.** а) 6,7 см. б) 6,7 см. в) 6,7 см. **32.2.1.** а) В сторону заряда -2 нКл. б) 100 кН/Кл. в) 6 см. **32.2.2.** а) Нулю. б) 14,4 кН/Кл. в) 14,4 кН/Кл. **32.3.1.** а) В точке, находящейся посередине между зарядами. б) Перпендикулярно отрезку, соединяющему заряды, в сторону от этого отрезка. в) 9,35 кН/Кл. **32.3.2.** а) Нулю. б) Нулю. в) 3,6 кН/Кл. **32.4.1.** а) В сторону заряда -6 нКл. б) Параллельно отрезку, соединяющему заряды. в) 5,4 кН/Кл. **32.4.2.** а) 0,1 Н. б) Нулю. в) 0,2 Н.

**33.1.1.** а) Нулю. б) 1 мкДж. в) -1 мкДж. **33.1.2.** а) По параболе. б) 2 м/с<sup>2</sup>. в) 5 м/с. **33.2.1.** а) Нулю. б)  $-8 \cdot 10^{-7}$  Дж. в)  $8 \cdot 10^{-7}$  Дж. **33.2.2.** а) Отрицательный. б) 2 кВ/м. в) 5 см. **33.3.1.** а) Отрицательную. б) -6,72 мкДж. в) 2,59 м/с. **33.3.2.** а) Увеличилась. б)  $8 \cdot 10^{-17}$  Дж. в)  $1,3 \cdot 10^7$  м/с. **33.4.1.** а) 1 кВ/м. б) 0,4 мкДж. в) 0,4 м/с. **33.4.2.** а) 30°. б) 23 кВ/м. в) 11,5 м/с<sup>2</sup>.

**34.1.1.** а) 20 В. б) 1 Дж. в) Увеличится в 4 раза. **34.1.2.** а) 10 кВ/м. б)  $1,6 \cdot 10^{-15}$  Н. в)  $1,8 \cdot 10^{15}$  м/с<sup>2</sup>. **34.2.1.** а)  $8 \cdot 10^{-2}$  Кл. б) 1,6 Дж. в) Увеличится в 2 раза. **34.2.2.** а) 20 кВ/м. б)  $3,2 \cdot 10^{-15}$  Н. в)  $1,9 \cdot 10^{12}$  м/с<sup>2</sup>. **34.3.1.** а) 0,16 Кл. б) 3,2 Дж. в) Уменьшится в 3 раза. **34.3.2.** а) 2 кВ/м. б) 0,4 мг. в) 5 м/с<sup>2</sup>; вниз. **34.4.1.** а) 40 В. б) 2,4 Дж. в) Уменьшится в 5 раз. **34.4.2.** а) 1 кВ/м. б) 20 нКл. в) 10 м/с<sup>2</sup>; вверх.

### Постоянный ток

**35.1.1.** а) На третьем. б) 6 В. в) 22 В. **35.1.2.** а) В первом. б) 8 Ом. в) 16 В. **35.2.1.** а) На втором. б) 2 В. в) 6 В. **35.2.2.** а) В первом. б) 2 Ом. в) 8 В. **35.3.1.** а) На втором. б) 30 Ом. в) 1 А. **35.3.2.** а) В первом. б) 3 А. в) 9 А. **35.4.1.** а) На первом. б) 10 Ом. в) 2 А. **35.4.2.** а) Во втором. б) 6 А. в) 8 А.

**36.1.1.** а) Второго. б) Сопротивление второго проводника в 2 раза больше. в) 810 Дж. **36.1.2.** а) 44 Вт. б)  $P_1 = 32$  Вт;  $P_2 = 9$  Вт;  $P_3 = 3$  Вт. в) Увеличится в 4,84 раза. **36.2.1.** а) Первого. б) Сопротивление второго проводника в 2 раза меньше. в) 40 Дж. **36.2.2.** а) 35 Вт. б)  $P_1 = 8$  Вт;  $P_2 = 2$  Вт;  $P_3 = 25$  Вт. в) Уве-

личится в 5,44 раза. **36.3.1.** а) Первого; в 4 раза. б) В первом; в 4 раза. в) Увеличится в 6,25 раза. **36.3.2.** а) 55 Вт. б)  $P_1 = 25$  Вт;  $P_2 = 18$  Вт;  $P_3 = 12$  Вт. в) Уменьшится в 1,86 раза. **36.4.1.** а) Первого; в 4 раза. б) Во втором; в 4 раза. в) Уменьшится в 6,25 раза. **36.4.2.** а) 95 Вт. б)  $P_1 = 16$  Вт;  $P_2 = 4$  Вт;  $P_3 = 75$  Вт. в) Уменьшится в 1,11 раза.

**37.1.1.** а) Увеличилось в 1,5 раза. б) 4 Ом. в) 1,5 А. **37.1.2.** а) 2 А. б) 0,5 А. в) 6 Ом. **37.2.1.** а) Увеличилось в 1,33 раза. б) 10 Ом. в) Увеличилось в 1,5 раза. **37.2.2.** а) 24 В. б) 1 А. в) 2 Ом. **37.3.1.** а) Уменьшилось в 1,5 раза. б) 18 В. в) 3,6 А. **37.3.2.** а) 12 В. б) 9 В. в) 1 А. **37.4.1.** а) Уменьшилось в 1,33 раза. б) 48 В. в) Уменьшилось в 1,5 раза. **37.4.2.** а) 4 А. б) 18 В. в) 1 А.

**38.1.1.** а) Резисторы 1 и 2 можно заменить резистором с сопротивлением 2 Ом. б) 2 Ом. в) 18 Вт. **38.1.2.** а) 2 А. б) 0,5 А. в) 6 Ом. **38.2.1.** а) Для точек А и С. б) 2,5 Ом. в) 20 Вт. **38.2.2.** а) Через первый. б) 12 В. в) 48 мкКл. **38.3.1.** а) Резисторы 2 и 3 можно заменить резистором с сопротивлением 3 Ом. б) 3 Ом. в) 24 Вт. **38.3.2.** а) 6 Ом. б) 40 %. в) 6 Ом. **38.4.1.** а) Для точек А и С. б) 5 Ом. в) 40 Вт. **38.4.2.** а) Через второй. б) 8 В. в) 16 мкКл.

**39.1.1.** а) 3,6 кКл. б)  $3,07 \cdot 10^{-7}$  кг/Кл. в) 20,7 мкм. **39.1.2.** а) Первого, в 4 раза. б) 0,83 А; 3,3 А. в)  $R_1 = 14,4$  Ом;  $R_2 = 3,6$  Ом. **39.2.1.** а) Через второй резистор. б) 12 Вт. в) 50 %. **39.2.2.** а) Первого. б) 8 Ом и 5 Ом. в)  $R_1 = 40$  Ом;  $R_2 = 10$  Ом. **39.3.1.** а) 5,4 кКл. б)  $5,21 \cdot 10^{-9}$  кг/Кл. в) 0,37 дм<sup>3</sup>. **39.3.2.** а) Второго, в 2 раза. б) 0,67 А; 0,33 А. в)  $R_1 = 45$  Ом;  $R_2 = 90$  Ом. **39.4.1.** а) Через второй резистор. б) 32 Вт. в) 67 %. **39.4.2.** а) Второго. б) 4 Ом и 10 Ом. в)  $R_2 = 20$  Ом;  $R_3 = 5$  Ом.

### Контрольные работы

**1.1.1.** а) 9 км. б) 6,4 км. в) 6,9 км. **1.1.2.** а) 3 ч. б) В 3 раза. в) 1 км/ч. **1.1.3.** а) 2,5 м/с<sup>2</sup>. б) 4 с. в) 35 м. **1.1.4.** а) Синяя. б) В 4 раза. в) В 4 раза. **1.2.1.** а) 2,2 м. б) 0,2 м. в) 80 см. **1.2.2.** а) Перпендикулярно берегу. б) 20 с. в) 21,6 с. **1.2.3.** а) 2,5 м/с<sup>2</sup>. б) 8 с. в) 2,34 с. **1.2.4.** а) 0 м/с. б) 1,1 м/с. в) 2,2 м/с. **1.3.1.** а) 0 м. б) 24,1 м. в) За 6 ч. **1.3.2.** б)  $x = 0$  м;  $t = 4$  с. в) 15 м/с. **1.3.3.** а) 30 м/с. б) 42,4 м/с. в) 4 с. **1.3.4.** а)  $0,6 \frac{1}{с}$ . б) 1,88 м/с. в) 7,1 м/с<sup>2</sup>. **1.4.1.** а) 48,3 км. б) 20 км. в) 14,1 км. **1.4.2.** а) 47,2 км. б) 47,2 км/ч. **1.4.3.** а) 20 м/с. б) 80 м. в) Через 3,46 с. **1.4.4.** а) 60 с. б) 2,3 см/с. в) 2,4 мм/с<sup>2</sup>.

**2.1.1.** а) -2 Н. б) 2 кг. в) 6,5 м. **2.1.2.** а) 1,73 Н. б) 2,4 м/с<sup>2</sup>. в) 0,58 с. **2.1.3.** а) К центру окружности, дугой которого является дорога на повороте. б) 108 км/ч. в) 75 м. **2.1.4.** а) 4 м/с<sup>2</sup>. б) 2,4 Н. в) 1,2 Н. **2.2.1.** а) 16,1 м/с<sup>2</sup>. б)  $3,7 \cdot 10^3$  км. в)  $6,6 \cdot 10^3$  км. **2.2.2.** а) 7,1 м/с<sup>2</sup>. б) 0,38 с. в) 1,3 м/с. **2.2.3.** а) К центру окружности, по которой едет автомобиль. б) 0,52. в) 116 км/ч. **2.2.4.** а) Одинаковая. б) 4 м/с<sup>2</sup>. в) 1,2 Н. **2.3.1.** а) 100 Н/м. б) С ускорением 10 м/с<sup>2</sup>, направленным вверх. в) 20 см. **2.3.2.** а) 8,66 м/с<sup>2</sup>; вниз вдоль наклонной плоскости. б) 0,29 с. в) 36 см. **2.3.3.** а) Горизонтально, к центру окружности,



по которой движется груз. б) 28 см. в) 1,4 м/с. **2.3.4.** а) Одинаковая. б) 2 м/с<sup>2</sup>. в) 2,4 Н. **2.4.1.** а) Нулю. б) 0,5 Н. в) 24 см. **2.4.2.** а) 3,5 Н. б) 8,5 м/с<sup>2</sup>; вниз вдоль наклонной плоскости. в) 95 см. **2.4.3.** а) К оси цилиндра. б) 36 км/ч. в) 14 кН. **2.4.4.** а) С силами трения покоя. б) 1 м/с<sup>2</sup>. в) 0,15.

**3.1.1.** а)  $600 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ . б) Второй. в) 400 кг. **3.1.2.** а) 4 Дж. б) -2,1 Дж. в) 5,5 м/с. **3.1.3.** а) 0,24 Дж. б) 2,9 м/с. в) 0,85 Н. **3.1.4.** а) На первую. б) В 1,5 раза. в) 120 Н. **3.2.1.** а)  $1,2 \cdot 10^7 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ . б) Вниз. в) 3 км/с. **3.2.2.** а) 1,5 Дж. б) 3,16 м/с. в) 0,73 м/с. **3.2.3.** а) 2 м/с. б) 20 см. в) 21 Н. **3.2.4.** а) 1 см. б) 1,1 кН. в) 12 кг. **3.3.1.** а) Проекция суммарного импульса тележки и мешка на горизонтальную ось. б) 1,6 м/с. в)  $100 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ . **3.3.2.** а) 0,09 Дж. б) 0,27 Дж. в) 0,36 Дж. **3.3.3.** а) 4,9 м/с. б) 2,8 м/с. в) 2 Н. **3.3.4.** а) Да. б) 60 Н. в) 42,4 Н. **3.4.1.** а) Нулю. б)  $1600 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ . в) 1,6 кН. **3.4.2.** а) 0,36 Дж. б) 1,34 м/с. в) 1,16 м/с. **3.4.3.** а) Нулю. б) 69 с. в) 27,7 км. **3.4.4.** а) При погружении в керосин. б) 1 дм<sup>3</sup>. в) 84 Н.

**4.1.1.** а) Процессы 1–2 и 3–4 являются изобарными, а процессы 2–3 и 4–1 — изохорными. б) Температура одинакова в состояниях 1 и 3. в) 300 К. **4.1.2.** а) 310 К. б) Например, азот. в) 110 кПа. **4.1.3.** а) 17,55 кДж. б) 418 г. в) 42,7 °С. **4.1.4.** а) На этапах а и б. б) 3,3 кДж. в) 24,2 %. **4.2.1.** а) Для гелия; в 1,25 раза. б) Гелия; в 1,25 раза. в) 300 кПа. **4.2.2.** а) 100 кПа. б) 1,7 г. в) 25 кПа. **4.2.3.** а) При способе б. б) В 3 раза. в) В 1,5 раза. **4.2.4.** а) 3,78 кДж. б) 43,4 кДж. в) 136 г. **4.3.1.** а) Оба процесса являются изохорными. б) В первом. в) В 3 раза. **4.3.2.** а) 1,25. б) 400 К. в) Гелий. **4.3.3.** а) Увеличилась на 130 Дж. б) Нет. в) Нет. **4.3.4.** а) 0,8 МДж. б) 20 %. в) В 3,5 раза. **4.4.1.** а) Данный процесс не является изопроцессом. б) Увеличивается. в) Уменьшается в 8 раз. **4.4.2.** а) 2,34 кПа. б) 0,042 г. в) До объема 2,4 л. **4.4.3.** а) В 1,27 раза. б) 3 моль. в) Гелий. **4.4.4.** а) 8,4 кДж. б) 41,8 кДж. в) 3,32 кг.

**5.1.1.** а) Притягиваются. б)  $8,75 \cdot 10^{-7}$  Н. в) Уменьшатся в 35 раз. **5.1.2.** а) Уменьшилась. б)  $-3,2 \cdot 10^{-17}$  Дж. в)  $1,96 \cdot 10^5$  м/с. **5.1.3.** а) Первого; в 3 раза. б) В первом; в 3 раза. в) Увеличится в 5,33 раза. **5.1.4.** а) Резисторы 1 и 2 можно заменить резистором с сопротивлением 8 Ом. б) 8 Ом. в) 72 Вт. **5.2.1.** а) В сторону заряда 2 нКл. б) 40 кН/Кл. в) 3 см. **5.2.2.** а)  $3,2 \cdot 10^{-4}$  Кл. б) 12,8 мДж. в) Увеличится в 4 раза. **5.2.3.** а) Увеличилось в 1,6 раза. б) 6,67 Ом. в) 1,8 А. **5.2.4.** а) 2,7 кКл. б)  $3,28 \cdot 10^{-7}$  кг/Кл. в) 25 мкм. **5.3.1.** а)  $8,1 \cdot 10^{-6}$  Н. б) 5 см. в)  $4,32 \cdot 10^{-5}$  Н. **5.3.2.** а) 60°. б) 6,9 кВ/м. в) 20 м/с<sup>2</sup>. **5.3.3.** а) 9,5 Вт. б)  $P_1 = 1,6$  Вт;  $P_2 = 0,4$  Вт;  $P_3 = 7,5$  Вт. в) Уменьшится в 1,11 раза. **5.3.4.** а) 3 Ом. б) 70 %. в) 1,5 Ом и 6 Ом. **5.4.1.** а) 87 мН. б) 7,3 кН/Кл. в) 15 г. **5.4.2.** а) 30 кВ/м. б)  $4,8 \cdot 10^{-15}$  Н. в)  $2,9 \cdot 10^{12}$  м/с<sup>2</sup>. **5.4.3.** а) 4 А. б) 0,8 А. в) 2 Ом. **5.4.4.** а) Через первый резистор. б) 128 Вт. в) 67 %.

## СОДЕРЖАНИЕ

К учителю .....	3
<b>Самостоятельные работы</b>	
<b>Кинематика</b> .....	5
1. Траектория, путь и перемещение .....	5
2. Прямолинейное равномерное движение. Сложение скоростей .....	7
3. Прямолинейное равноускоренное движение.....	10
4. Движение тела с ускорением свободного падения .....	12
5. Равномерное движение тела по окружности.....	14
<b>Динамика</b> .....	16
6. Второй закон Ньютона .....	16
7. Силы тяготения.....	18
8. Силы упругости.....	20
9. Силы трения .....	23
10. Тело на наклонной плоскости .....	26
11. Равномерное движение по окружности под действием нескольких сил....	28
12. Движение системы тел.....	30
<b>Законы сохранения в механике и статика</b> .....	33
13. Импульс. Закон сохранения импульса.....	33
14. Условия применения закона сохранения импульса .....	35
15. Реактивное движение. Освоение космоса .....	38
16. Механическая работа. Мощность.....	41
17. Энергия и работа. Потенциальная и кинетическая энергии .....	43
18. Закон сохранения энергии в механике .....	45
19. Неравномерное движение по окружности в вертикальной плоскости.....	48
20. Применение законов сохранения в механике к движению системы тел...	50
21. Условия равновесия тела. Центр тяжести .....	53
22. Равновесие жидкости и газа .....	56
<b>Молекулярно-кинетическая теория</b> .....	56
23. Изопроцессы.....	58
24. Уравнение состояния идеального газа.....	60
25. Абсолютная температура и средняя кинетическая энергия молекул.....	62
26. Насыщенный пар. Влажность .....	64
<b>Термодинамика</b> .....	66
27. Первый закон термодинамики .....	66
28. Применение первого закона термодинамики к газовым процессам .....	68
29. Тепловые двигатели .....	70
30. Изменения агрегатных состояний вещества.....	73

<b>Электростатика</b> .....	76
31. Электрические взаимодействия .....	76
32. Напряжённость электрического поля. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.....	78
33. Работа электрического поля. Разность потенциалов (напряжение) .....	81
34. Электроёмкость. Энергия электрического поля.....	84
<b>Постоянный ток</b> .....	86
35. Закон Ома для участка цепи .....	86
36. Работа и мощность тока.....	88
37. Закон Ома для полной цепи .....	90
38. Расчёт электрических цепей .....	93
39. Электрический ток в жидкостях, газах и полупроводниках .....	96
<b>Контрольные работы</b>	
1. Кинематика.....	99
2. Динамика .....	103
3. Законы сохранения в механике. Статика .....	107
4. Молекулярная физика. Термодинамика .....	111
5. Электростатика. Постоянный ток .....	115
<b>Ответы</b> .....	119