

Л.А. Кирик

ФИЗИКА

САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ
И КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

9



ИЛЕКСА

НОВЫЕ КНИГИ ПО ФИЗИКЕ



В.А. Орлов

ФИЗИКА

Задания для самопроверки и контроля с генератором тестов

Серия «Готовимся к ЕГЭ»

В книге известного российского педагога и методиста В.А. Орлова представлено 816 разноуровневых заданий с выбором правильного ответа по всем темам школьного курса физики

10-11 классов.

К пособию прилагается компакт-диск с оригинальной разработкой издательства «Илекса» – компьютерной программой Генератор тестов.

Ученик может работать с Генератором тестов в двух режимах – обучения и самопроверки по всем темам школьного курса физики. В режиме обучения можно не только проверить свои знания, но и получить полезные указания для выполнения заданий.

Учитель имеет возможность подготовить и распечатать за несколько минут до 100 вариантов теста по любой теме. Каждый вариант распечатки состоит из титульной страницы и 2-3 страниц с заданиями. Для учителя генерируются также таблицы ответов ко всем вариантам.



М.С. Красин

Решение сложных и нестандартных задач по физике

Цель данного пособия – помочь читателям научиться пользоваться эвристическими приемами для организации своей мыслительной деятельности при решении задач. В книге приводится система из 32 эвристических приемов решения задач по физике, предназначенная для учащихся средних образовательных учреждений. Для пояснения способов применения этих приемов и демонстрации их эффективности приводятся решения более 300 задач. В пособии показываются возможности применения одного и того же приема при решении задач из различных разделов физики, а также возможность решения одной задачи различными способами, основанными на применении разных эвристических приемов. Кроме этого, приводятся рекомендации по оформлению решений, алгоритмы ряда частных методов решения задач определенного типа и некоторые конкретные способы применения изучаемых эвристических приемов при определенных состояниях задачной ситуации.



Л.А. Кирик

ФИЗИКА

7 класс, 8 класс, 9 класс

Обучающие тесты

Книги содержат тесты по физике. Одни из них предназначены для обучения школьников, другие – для самоконтроля.

Эти красочные, увлекательные книги являются начальным этапом для подготовки учащихся к будущему ЕГЭ.

Продолжение на 3-й стр. обложки

Л.А. КИРИК

ФИЗИКА

**РАЗНОУРОВНЕВЫЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ
И КОНТРОЛЬНЫЕ
РАБОТЫ**



4-е издание, переработанное

**Москва
ИЛЕКСА
2010**

УДК 373.161.1:53(076.1)

ББК 22.3я7

К 43

*Соответствует программе по физике,
утвержденной приказом Министерства образования
и науки Российской Федерации
от 05.03.2004 г. № 1089*

Кирик Л.А.

К43 Физика-9. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы. — 4-е изд., перераб. — М.: ИЛЕКСА, 2010. — 192 с.

ISBN 978-5-89237-301-2

Книга содержит самостоятельные и контрольные работы по всем темам курса физики 9 класса и предназначена для текущего контроля знаний учащихся.

Работы состоят из нескольких вариантов четырех уровней сложности (начальный, средний, достаточный и высокий уровни).

УДК 373.161.1:53(076.1)

ББК 22.3я7

ISBN 978-5-89237-301-2

© Кирик Л.А., 2010

© ИЛЕКСА, 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дидактические материалы предназначены для организации дифференцированной самостоятельной работы учащихся на уроках физики в 9 классе.

Данное учебное пособие составлено в полном соответствии с ныне действующей программой и учебниками.

Все самостоятельные и контрольные работы составлены в четырех вариантах, отличающихся по уровню сложности заданий (начальный, средний, достаточный и высокий уровни).

Учитывая неоднородность класса и индивидуальные способности детей, учитель может давать эти задания выборочно. В течение учебного года ученик может переходить с одного уровня сложности на другой, более высокий.

Начальный уровень	Ученик умеет решать задачи и упражнения лишь на 1-2 логических шага репродуктивного характера с помощью учителя, то есть по готовой формуле найти неизвестную величину. Ученик способен выполнять простейшие математические операции (тождественные преобразования, вычисления), владеет учебным материалом на уровне распознавания явлений природы, отвечает на вопросы, которые требуют ответа «да» или «нет».
Средний уровень	Ученик умеет решать простейшие задачи по образцу не меньше, чем на 2-4 логических шага, проявляет способность обосновывать некоторые логические шаги с помощью учителя. Ученик проявляет знания и понимание основных положений (законов, понятий, формул, теории).
Достаточный уровень	Ученик решает задачи и упражнения не меньше чем на 4-6 логических шагов с обоснованием и без помощи учителя. Ученик при решении задач свободно владеет изученным материалом, применяет его на практике в стандартных ситуациях.
Высокий уровень	Ученик решает комбинированные типовые задачи стандартным или оригинальным способом, умеет решать нестандартные задачи. Ученик проявляет творческие способности, самостоятельно умеет решать задачи больше чем на 5-6 логических шагов.

КИНЕМАТИКА

Самостоятельная
работа

1

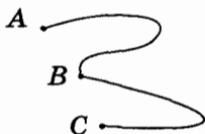
АЗБУКА КИНЕМАТИКИ

Начальный уровень

1. Приведите примеры задач, при решении которых спортсмена можно считать материальной точкой.
2. Приведите примеры задач, при решении которых спортсмена нельзя считать материальной точкой.
3. Приведите примеры задач, в которых поезд: а) можно считать материальной точкой; б) нельзя считать материальной точкой.
4. Можно ли принять за материальную точку снаряд при расчете максимальной дальности его полета?
5. Укажите, что принимают за тело отсчета, когда говорят: а) автомобиль едет со скоростью 60 км/ч; б) пассажир идет по вагону со скоростью 1 м/с.
6. Укажите, что принимают за тело отсчета, когда говорят: а) скорость бревна, плывущего по реке, равна нулю; б) скорость плывущего по реке плота равна скорости течения воды.
7. Путь или перемещение оплачивает пассажир автобуса?
8. Велосипедист едет по ровной прямой дороге. Какие детали велосипеда движутся относительно земли по прямолинейным траекториям, а какие — по криволинейным?

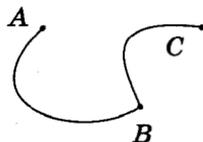
Средний уровень

1. а) По заданной траектории движения тела (см. рисунок) найдите его перемещение, если начальная точка А, а конечная — С. Задачу решите графически.



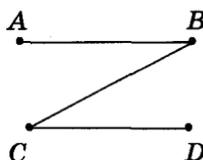
б) Можно ли считать Луну материальной точкой: а) при расчете расстояния от Земли до Луны; б) при измерении ее диаметра?

а) По заданной траектории движения тела (см. рисунок) найдите его перемещение при движении тела из точки A в точку B . Задачу решите графически.



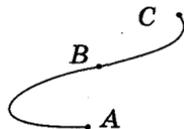
б) Можно ли считать футболиста материальной точкой, когда: а) он бежит от середины поля к воротам противника; б) он отбирает мяч у противника?

а) По заданной траектории движения тела (см. рисунок) найдите его перемещение, если начальная точка A , а конечная — D . Задачу решите графически.



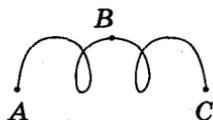
б) Мальчик подбросил мяч вверх и снова поймал его. Считая, что мяч поднялся на высоту 2,5 м, найдите путь и перемещение мяча.

а) По заданной траектории движения тела (см. рисунок) найдите его перемещение при движении тела из точки A в точку C . Задачу решите графически.



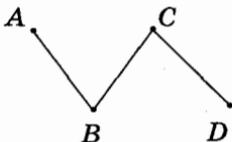
б) Когда говорят о скорости машины или поезда, тело отсчета обычно не указывают. Что подразумевают в этом случае под телом отсчета?

а) По заданной траектории движения тела (см. рисунок) найдите его перемещение, если начальная точка A , а конечная — C . Задачу решите графически.



б) Можно ли считать автомобиль материальной точкой при определении пути, который он прошел за 1 ч, двигаясь со скоростью 100 км/ч при обгоне им другого автомобиля?

6. а) По заданной траектории движения тела (см. рисунок) найдите его перемещение, если начальная точка A , а конечная — D . Задачу решите графически.



- б) Поступательным или непоступательным движением является: а) движение минутной стрелки часов; б) движение кабинки «колеса обозрения»?

Достаточный уровень

- а) Изобразите схематически траекторию движения точек винта самолета относительно летчика.

б) Расстояние между пунктами A и B по прямой линии 4 км. Человек проходит это расстояние туда и обратно за 2 ч. Чему равны путь и модуль перемещения человека за 1 ч? За 2 ч?
- а) Изобразите схематически траекторию движения точек винта самолета относительно земли.

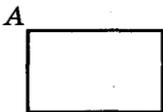
б) Мячик упал с высоты 4 м, отскочил от земли и был пойман на половине высоты. Каковы путь и модуль перемещения мячика?
- а) Нарисуйте примерный вид траектории движения точки обода колеса относительно центра колеса.

б) Вертолет, пролетев в горизонтальном полете по прямой 30 км, повернул под углом 90° и пролетел еще 40 км. Найдите путь и модуль перемещения вертолета.
- а) Нарисуйте примерный вид траектории движения точки обода колеса относительно дороги при движении велосипедиста.

б) Велосипедист движется равномерно по окружности радиусом 200 м и делает один оборот за 2 мин. Определите путь и модуль перемещения велосипедиста за 1 мин; за 2 мин.
- а) Какие части катящегося вагона трамвая движутся и какие находятся в покое относительно дороги? Относительно стен вагона?

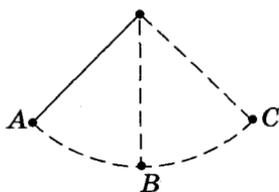
б) Материальная точка двигалась по окружности радиусом 2 м. Определите путь и модуль перемещения через $1/4$, $1/2$ части оборота и полный оборот.

6. а) Из центра горизонтально расположенного вращающегося диска по его поверхности вдоль радиуса пущен шарик. Каковы траектории шарика относительно земли и диска?
- б) Мальчик вышел из дому и прошел по прямым улицам сначала 2 квартала в направлении на восток, а затем 2 квартала — на север. Определите путь и модуль перемещения, если длина квартала 150 м.
7. а) Можно ли принять за материальную точку поезд, движущийся из одного города в другой?
- б) Мотоциклист движется равномерно по круговой трассе радиусом 2 км, затрачивая на каждый круг 5 мин. Найдите путь и модуль перемещения за 2,5 мин; 5 мин; 10 мин.
8. а) Можно ли при определении объема стального шарика с помощью мензурки считать этот шарик материальной точкой?
- б) Дорожка имеет форму прямоугольника, меньшая сторона которого равна 21 м, а большая — 28 м. Человек, начиная двигаться равномерно из точки А, обходит всю дорожку за 1 мин. Определите путь и модуль перемещения человека за 1 мин и за 0,5 мин.



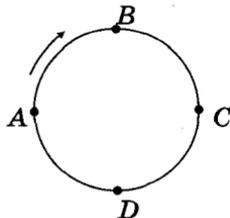
Высокий уровень

1. а) Изобразите траекторию движения, при котором модуль перемещения равен 10 см, а путь — 30 см.
- б) Автомобиль, двигаясь прямолинейно, проехал путь 10 м, затем сделал поворот, описав четверть окружности радиусом 10 м, и проехал далее по перпендикулярной улице еще 10 м. Определите пройденный им путь и модуль перемещения.
2. а) Перенесите рисунок в тетрадь и покажите на нем траекторию и перемещение при движении маятника из точки В в точку С; из точки С в точку А.
- б) Движущийся равномерно автомобиль сделал разворот, описав половину окружности. Изобразите с помощью чертежа путь и перемещение автомобиля за все время разворота. Во сколько раз путь больше модуля перемещения?



3. а) Изобразите траекторию движения, при котором путь превышает модуль перемещения в $\pi/2$ раз.
 б) Моторная лодка прошла по озеру в направлении на северо-восток 2 км, а затем в северном направлении еще 1 км. Найдите геометрическим построением модуль и направление перемещения.

4. а) Лошадь движется на арене цирка по окружности. Перенесите рисунок в тетрадь и определите длину пути, пройденного лошадью при движении из точки A в точку B ; модуль перемещения при движении из точки A в точку B , в точку C , в точку D , в точку A .



- б) Турист вышел из поселка A в поселок B . Сначала он прошел 3 км на север, затем повернул на запад и прошел еще 3 км, а последний километр он двигался по проселочной дороге, идущей на север. Какой путь проделал турист и каково его перемещение? Начертите траекторию движения.
5. а) Во время равномерного движения поезда с верхней полки падает мяч. Будет ли он падать вертикально? Одинаково ли ответят на этот вопрос наблюдатели, находящиеся в вагоне и на платформе?
 б) Туристы прошли сначала 400 м на северо-запад, затем 500 м на восток и еще 300 м на север. Найдите геометрическим построением модуль перемещения и направление перемещения.
6. а) Как должен подпрыгнуть наездник, скачущий на лошади по прямой с постоянной скоростью, чтобы, проскочив сквозь обруч, снова встать на лошадь? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.
 б) Теплоход, двигаясь по реке, прошел на восток 30 км, затем свернул на северо-восток и прошел еще 20 км, последние 20 км он двигался строго на север. Какой путь проделал теплоход и каково его перемещение? Начертите траекторию движения.
7. а) При каком условии путь равен модулю перемещения? Может ли модуль перемещения быть больше пройденного пути?
 б) Катер прошел из пункта A по озеру расстояние 5 км, затем повернул назад под углом 30° к направлению своего первоначального движения. После этого он двигался до тех пор, пока направление на пункт A не стало составлять угол 90° с направ-

лением его движения. Каково перемещение катера? Какое расстояние до пункта *A* ему еще предстоит пройти?

8. а) Траектории движения двух материальных точек пересекаются. Означает ли это, что тела сталкиваются? Приведите пример, подтверждающий ваш ответ.
- б) Горная тропа проходит в северном направлении 3 км, затем сворачивает на юго-восток и тянется еще 4 км, затем делает поворот на северо-восток и тянется еще 4 км. Последние 11 км она направлена строго на юг. Определите путь, который прошел по ней турист, и его перемещение. На какое расстояние сместился турист в восточном и южном направлениях? Начертите траекторию движения.

*Самостоятельная
работа*

2

ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Начальный уровень

1. Выразите в метрах в секунду скорость 72 км/ч.
2. Выразите в километрах в час скорость 15 м/с.
3. Какая скорость больше: 5 м/с или 36 км/ч?
4. В течение 30 с поезд двигался равномерно со скоростью 54 км/ч. Какой путь прошел поезд за это время?
5. Вычислите скорость лыжника, прошедшего 16 км за 2 ч.
6. Лифт поднимается равномерно со скоростью 3 м/с. За сколько времени поднимется лифт на высоту 60 м?

Средний уровень

1. Поезд длиной 240 м, двигаясь равномерно, прошел мост за 2 мин. Какова скорость поезда, если длина моста 360 м?
2. Сколько времени потребуется скорому поезду длиной 150 м, чтобы проехать мост длиной 850 м, если скорость поезда равна 72 км/ч?
3. Один автомобиль, двигаясь со скоростью 12 м/с в течение 10 с, совершил такое же перемещение, что и другой за 15 с. Какова скорость второго автомобиля, если оба двигались равномерно?

4. Двигаясь равномерно прямолинейно, тело за 10 с прошло 200 см. За сколько часов это тело, двигаясь с той же скоростью и в том же направлении, пройдет путь 36 км?
5. По озеру буксир тянет баржу со скоростью 9 км/ч. Длина буксира с баржей 110 м. За какое время буксир с баржей пройдет мимо теплохода, стоящего у пристани, если длина теплохода 50 м?
6. Автомобиль, двигаясь со скоростью 30 км/ч, проехал половину пути до места назначения за 2 ч. С какой скоростью он должен продолжить движение, чтобы достигнуть цели и вернуться обратно в исходный пункт за то же время?

Достаточный уровень

1. При движении вдоль оси OX координата точки изменилась за 5 с от значения $x_1 = 10$ м до значения $x_2 = -10$ м. Найдите модуль скорости точки и проекцию вектора скорости на ось OX . Запишите формулу зависимости $x(t)$. Считать скорость постоянной.
2. При движении вдоль оси OX координата точки изменилась за 8 с от значения $x_1 = 9$ м до значения $x_2 = 17$ м. Найдите модуль скорости точки и проекцию вектора скорости на ось OX . Запишите формулу зависимости $x(t)$. Скорость считать постоянной.
3. Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 10 + 2t$ и $x_2 = 4 + 5t$. Как движутся эти тела? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи.
4. Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 63 - 6t$ и $x_2 = -12 + 4t$. Как движутся эти тела? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи.
5. Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 5t$ и $x_2 = 150 - 10t$. Как эти тела движутся? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи.
6. Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 4 - 2t$ и $x_2 = 2 + 2t$. Как эти тела движутся? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи.

Высокий уровень

1. Движение материальной точки в плоскости XOY описывается уравнениями: $x = 6 + 3t$, $y = 4t$. Постройте траекторию движения.
2. Движение материальной точки в плоскости XOY описывается уравнениями: $x = 2t$, $y = 4 - 2t$. Постройте траекторию движения.
3. Координаты материальной точки, движущейся в плоскости XOY , изменяются согласно формулам: $x = -4t$, $y = 6 + 2t$. Запишите уравнение траектории $y = y(x)$. Найдите начальные координаты движущейся точки и ее координаты через 1 с после начала движения.
4. Координаты материальной точки, движущейся в плоскости XOY , изменяются согласно формулам: $x = -2t$, $y = -4 + t$. Запишите уравнение траектории $y = y(x)$. Найдите начальные координаты движущейся точки и ее координаты через 1 с после начала движения.
5. Уравнения зависимостей $x(t)$ для трех автомобилей на прямолинейном участке дороги имеют вид $x_1 = -2500 + 25t$, $x_2 = 7500 - 15t$, $x_3 = 500$. В течение какого промежутка времени сближаются 1-й и 2-й автомобили? 1-й и 3-й автомобили?
6. Велосипедист проехал $3/4$ расстояния от поселка A до поселка B за один час. С какой скоростью он двигался, если увеличив скорость до 25 км/ч, он за следующий час добрался до поселка B и вернулся в поселок A ?

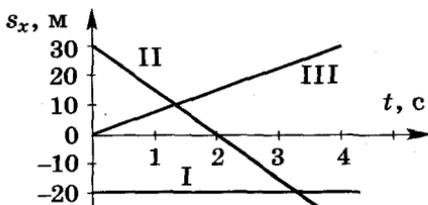
Самостоятельная
работа

3

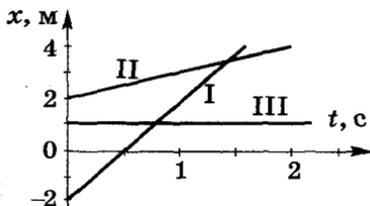
ГРАФИКИ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ

Начальный уровень

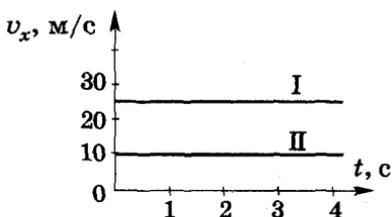
1. По графику зависимости координаты x от времени опишите характер движения тел.



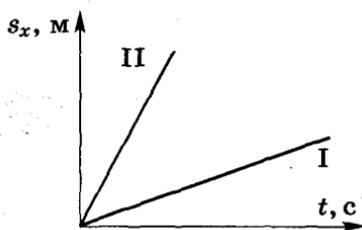
2. По графику зависимости координаты движущегося тела от времени опишите характер движения тел. Чему равна начальная координата x_0 каждого тела?



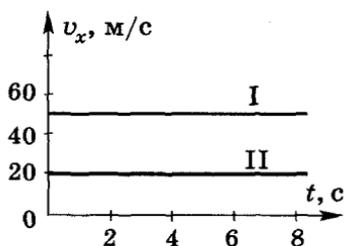
3. По графику зависимости проекции скорости от времени опишите характер движения тел. С какой скоростью движется каждое тело?



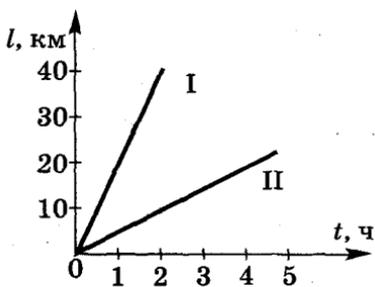
4. На рисунке даны графики зависимости проекции перемещения от времени для двух тел, движущихся прямолинейно в одном направлении. Скорость какого тела больше? Почему?



5. На рисунке показаны графики зависимости проекции скорости от времени для двух тел. Скорость какого тела больше? Как это видно из графика?



6. На рисунке показаны графики пути двух тел. Скорость какого тела больше? Почему?

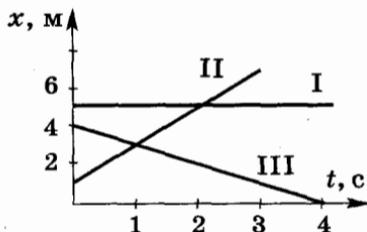


Средний уровень

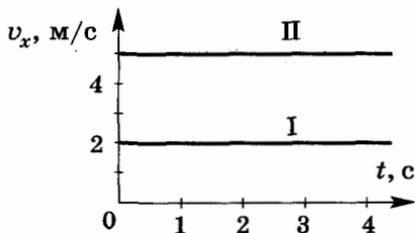
1. Уравнение движения тела $x = 2 + 10t$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $x(t)$.
2. Зависимость скорости от времени движущегося тела задана формулой $v_x = 5$. Опишите это движение, постройте график $v(t)$. По графику определите модуль перемещения за первые 2 с движения.
3. Уравнение движения тела $x = 10 - 2t$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $x(t)$.
4. Зависимость скорости от времени движущегося тела задана формулой $v_x = 10$. Опишите это движение, постройте график $v(t)$. По графику определите модуль перемещения за первую секунду движения.
5. Уравнение движения тела $x = -15 + 5t$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $x(t)$.
6. Зависимость скорости от времени движущегося тела задана формулой $v_x = -5$. Опишите это движение, постройте график $v(t)$. По графику определите модуль перемещения за первые 2 с движения.
7. Мотоциклист движется в положительном направлении оси OX со скоростью 20 м/с, а велогонщик — в противоположном направлении со скоростью 10 м/с. Построить графики скорости движений мотоциклиста и велогонщика.
8. Уравнение движения лыжника имеет вид $x = -20 + 5t$. Постройте график $x(t)$. Определите: а) координату лыжника через 10 с; б) где был лыжник за 5 с до начала наблюдения; в) когда он будет на расстоянии 80 м от начала координат.

Достаточный уровень

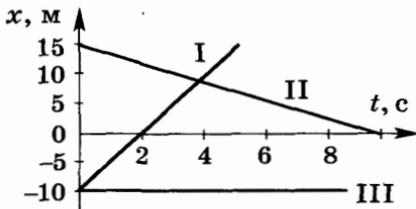
1. Опишите движения тел, графики которых приведены на рисунке. Запишите для каждого тела уравнение зависимости $x(t)$.



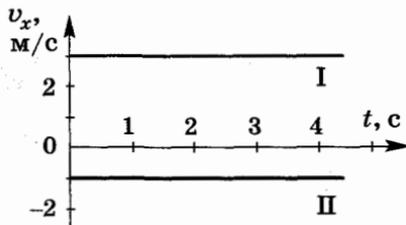
2. По графикам проекции скорости запишите уравнения движения этих тел и постройте графики зависимости $s_x(t)$.



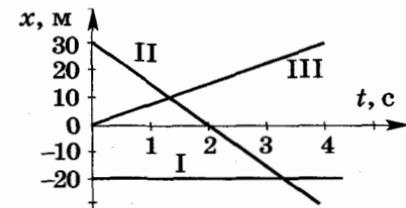
3. Опишите движения тел, графики которых приведены на рисунке. Запишите для каждого тела уравнение зависимости $x(t)$.



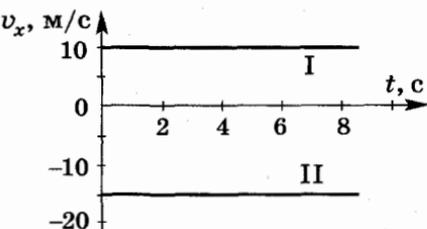
4. По графикам проекции скорости запишите уравнения движения тел и постройте графики зависимости $s_x(t)$.



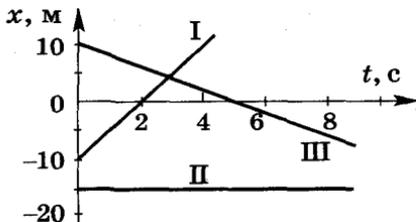
5. Опишите движения тел, графики которых приведены на рисунке. Запишите для каждого тела уравнение зависимости $x(t)$.



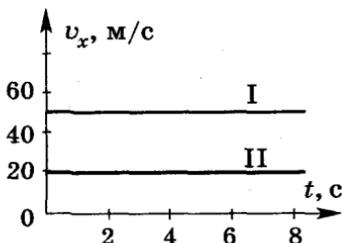
6. По графикам проекции скорости запишите уравнения движения тел и постройте графики зависимости $s_x(t)$.



7. Опишите движения тел, графики которых приведены на рисунке. Запишите для каждого тела уравнение зависимости $x(t)$.



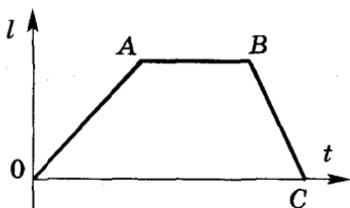
8. По графикам проекции скорости движения тел запишите уравнения движения этих тел и постройте графики зависимости $s_x(t)$.



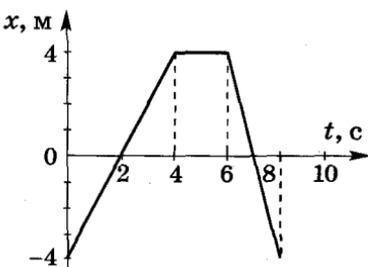
Высокий уровень

- Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 20 - 4t$ и $x_2 = 10 + t$. Как движутся эти тела? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи. Задачу решить графически.
- Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 4 + 0,5t$ и $x_2 = 8 - 2t$. Как движутся эти тела? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи. Задачу решить графически.
- Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 3 + 2t$ и $x_2 = 6 + t$. Как движутся эти тела? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи. Задачу решить графически.
- Вдоль оси OX движутся два тела, координаты которых изменяются согласно формулам: $x_1 = 4 + 2t$ и $x_2 = 8 - 2t$. Как движутся эти тела? В какой момент времени тела встретятся? Найдите координату точки встречи. Задачу решить графически.
- Два мотоциклиста движутся прямолинейно и равномерно. Скорость движения первого мотоциклиста больше скорости движения второго. Чем отличаются графики их: а) путей? б) скоростей? Задачу решить графически.

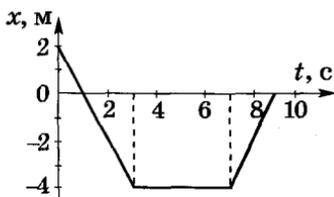
6. Может ли график зависимости пути от времени иметь вид, представленный на рисунке? Почему? Обоснуйте свой ответ.



7. На рисунке изображен график зависимости координаты материальной точки от времени. Описать характерные особенности движения: в каких направлениях двигалась точка относительно оси Ox в различные интервалы времени. Построить графики проекции скорости и пути в зависимости от времени.



8. На рисунке изображен график зависимости координаты материальной точки от времени. Описать характерные особенности движения: в каких направлениях двигалась точка относительно оси Ox в различные интервалы времени. Построить графики проекции скорости и пути в зависимости от времени.



Самостоятельная
работа

4

СЛОЖЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ И СКОРОСТЕЙ, ПЕРЕХОД В ДРУГИЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

Начальный уровень

1. На столике в вагоне движущегося поезда лежит книга. Относительно каких тел книга находится в покое: а) столика; б) рельсов; в) пола вагона?

2. С полки равномерно движущегося вагона падает яблоко. Какова траектория яблока относительно наблюдателя, стоящего на перроне? Изобразите траекторию на рисунке.
3. Гайка свинчивается с неподвижного болта. Изобразите примерно траекторию точки на поверхности гайки относительно болта.
4. Одинаковые ли пути проходят локомотив и последний вагон поезда?
5. Нарисуйте приблизительно траекторию движения какой-либо точки обода катящегося колеса относительно дороги и относительно оси вращения.
6. Корабль подплывает к пристани. Относительно каких тел пассажиры, стоящие на палубе этого корабля, находятся в движении: а) реки; б) палубы корабля; в) берега?

Средний уровень

1. Два автомобиля движутся навстречу друг другу со скоростями 90 км/ч и 60 км/ч относительно земли. Определите модуль скорости первого автомобиля относительно второго.
2. Два поезда движутся в одном направлении со скоростями 70 км/ч и 50 км/ч относительно земли. Определите: а) модуль скорости первого поезда относительно второго; б) модуль скорости второго поезда относительно первого.
3. Скорость первого автомобиля относительно второго 110 км/ч. Определите скорость второго автомобиля относительно земли, если скорость первого относительно земли — 70 км/ч. Автомобили движутся навстречу друг другу.
4. Скорость первого автомобиля относительно второго 30 км/ч, а относительно земли — 120 км/ч. Определите модуль скорости второго автомобиля относительно земли, если автомобили движутся в одном направлении.
5. Велосипедист едет со скоростью 36 км/ч. Скорость ветра 2 м/с. Определите скорость ветра относительно велосипедиста, если: а) ветер встречный; б) ветер попутный.
6. Сколько времени пассажир, сидящий у окна поезда, который идет со скоростью 54 км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого 36 км/ч, длина поезда 250 м.

7. Скорость течения реки 2 км/ч . Моторная лодка идет против течения со скоростью 15 км/ч (относительно берега). С какой скоростью она будет двигаться по течению (относительно берега и относительно воды)?
8. Скорость лодки относительно воды 4 км/ч , а скорость течения 2 км/ч . За какое время лодка пройдет 12 км по течению реки? Против течения?

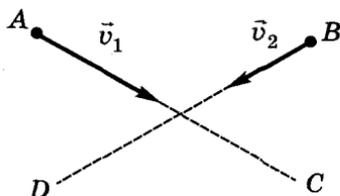
Достаточный уровень

1. Расстояние между пунктами A и B равно 250 км . Одновременно из обоих пунктов навстречу друг другу выезжают два автомобиля. Автомобиль, выехавший из пункта A , движется со скоростью 60 км/ч , а выехавший из пункта B — со скоростью 40 км/ч . Через какое время и на каком расстоянии от пункта A встретятся автомобили?
2. От станции отошел товарный поезд, идущий со скоростью 36 км/ч . Через $0,5 \text{ ч}$ в том же направлении вышел скорый поезд, скорость которого 72 км/ч . Через какое время после отправления скорого поезда он догонит товарный?
3. Из городов A и B , расстояние между которыми 120 км , одновременно выехали навстречу друг другу две автомашины со скоростями 20 км/ч и 60 км/ч . Через какое время и на каком расстоянии от города C , находящегося на полпути между A и B , встретятся автомобили?
4. Из двух пунктов, расстояние между которыми 100 м , одновременно навстречу друг другу начали двигаться два тела. Скорость одного из них 20 м/с . Какова скорость второго тела, если они встретились через 4 с ?
5. От пристани A до пристани B моторная лодка шла 6 ч , а обратно — 3 ч . Скорость лодки относительно воды оставалась все время одной и той же. За какое время проплывает эта лодка от B до A с выключенным мотором?
6. Эскалатор поднимает стоящего человека за 1 минуту . Если человек поднимается по неподвижному эскалатору, то на это уходит 3 минуты . Сколько времени понадобится на подъем, если человек будет идти по движущемуся эскалатору?

7. От пристани A одновременно отчаливают плот и катер. Катер доплывает до пристани B и, сразу же повернув обратно, возвращается в A . Какую часть пути от A до B проплывет за это время плот, если скорость катера относительно воды в 4 раза больше скорости течения?
8. Человек, идущий вниз по опускающемуся эскалатору, затрачивает на спуск 1 минуту. Если человек будет идти вдвое быстрее, он затратит на 15 секунд меньше. Сколько времени он будет опускаться, стоя на эскалаторе?
9. Моторная лодка проходит расстояние между двумя пунктами A и B по течению реки за 3 часа, а плот — за 12 часов. Какое время моторная лодка затратит на обратный путь?
10. Самолет летит из пункта A в пункт B и обратно со скоростью 300 км/ч относительно воздуха. Расстояние между пунктами A и B равно 900 км. Сколько времени затратит самолет на весь полет, если вдоль линии полета непрерывно дует ветер со скоростью 60 км/ч?
11. Моторная лодка движется по реке от пункта A до пункта B 4 часа, а обратно — 5 часов. Какова скорость течения реки, если расстояние между пунктами 80 км?
12. Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии 100 км один от другого, курсирует катер, который, двигаясь по течению, проходит это расстояние за 4 часа, а против течения — за 10 ч. Каковы скорость течения реки и скорость катера относительно воды?

Высокий уровень

1. Два тела A и B движутся пересекающимися курсами AC и BD с заданными скоростями \vec{v}_1 и \vec{v}_2 . Определите наименьшее расстояние, на которое сближаются эти тела. Задачу решите графически.



2. Из города A выехали с одинаковыми скоростями два автомобиля, второй через 12 мин после первого. Они поочередно, с интервалом в 14 мин, обогнали одного и того же велосипедиста. Во сколько раз скорость автомобилей больше скорости велосипедиста?

3. Расстояние между двумя пристанями моторная лодка проходит по течению за 10 мин, а против течения — за 30 мин. За какое время это расстояние проплывет по течению спасательный круг, упавший в воду?
4. В некоторой точке A в стороне от шоссе находится человек. На шоссе в точке B человек увидел автобус, движущийся со скоростью \bar{v}_a . С какой минимальной скоростью должен бежать человек к шоссе, чтобы успеть на автобус? Задачу решите графически.



\bar{v}_a



A

5. Мимо пристани проплывает плот. В этот момент в поселок, находящийся на расстоянии 15 км от пристани, вниз по реке отправляется катер. Он доплыл до поселка за 45 мин и, повернув обратно, встретил плот на расстоянии 9 км от поселка. Каковы скорость течения реки и скорость катера относительно воды?
6. Два тела движутся навстречу друг другу так, что за каждые 10 с расстояние между ними уменьшается на 16 м. Если эти тела будут двигаться в одном направлении с прежними по величине скоростями, то за 5 с расстояние между ними увеличится на 3 м. С какой скоростью движется каждое из этих тел?
7. Из Москвы в Тверь с интервалом в 10 минут вышли два электропоезда со скоростями 30 км/ч каждый. С какой скоростью двигался поезд, идущий в Москву, если электрички прошли мимо него с интервалом в 4 минуты?
8. Человек бежит по движущемуся эскалатору. В первый раз он насчитал 50 ступенек, пробежав весь эскалатор. Во второй раз, двигаясь в ту же сторону со скоростью втрое большей, он насчитал 75 ступенек. Сколько ступенек он насчитал бы на неподвижном эскалаторе?
9. Скорость катера относительно воды 7 м/с, скорость течения реки 3 м/с. Когда катер двигался против течения, с него сбросили в воду мяч. Затем катер прошел против течения 4,2 км, повернул обратно и догнал мяч. Сколько времени двигался катер от момента сбрасывания мяча до встречи с ним?

10. Два поезда идут навстречу друг другу (по параллельным колеям) со скоростями v_1 и v_2 . Длина каждого вагона первого поезда l_1 , число вагонов n_1 ; второго — соответственно l_2 и n_2 . Сколько времени пассажиры одного поезда видят встречный поезд, не высываясь из окна?
11. Легковой автомобиль, двигавшийся в 40 м позади автобуса, обгоняет его и опережает на 20 м. Какова скорость встречного грузовика, если в начале обгона расстояние между ним и легковым автомобилем было 800 м, а в конце обгона стало 200 м? Скорость легкового автомобиля при обгоне 90 км/ч, автобуса — 72 км/ч.
12. Спортсмены бегут колонной длиной l со скоростью v . Навстречу бежит тренер со скоростью $u < v$. Каждый спортсмен, поравнявшись с тренером, разворачивается и начинает бежать назад с той же по модулю скоростью v . Какова будет длина колонны, когда все спортсмены развернутся?

*Самостоятельная
работа*

5

**ПРОСТЕЙШИЕ СЛУЧАИ
НЕРАВНОМЕРНОГО
ДВИЖЕНИЯ**

Начальный уровень

1. Автомобиль проехал 40 км за 0,5 ч, а потом еще 260 км за 4,5 ч. Какова средняя скорость автомобиля на всем пути?
2. Какой путь проедет велосипедист за 2 ч, если его средняя скорость 15 км/ч?
3. Автобус первые 4 км пути проехал за 12 минут, а следующие 12 км — за 18 минут. Определите среднюю скорость автобуса на всем пути.
4. Турист прошел 3 км за 1,5 ч, а затем еще 2 км за 1 ч. Какова средняя скорость туриста на всем пути?
5. Какова средняя скорость теплохода, если за 7 ч он проплыл расстояние 154 км?

6. Турист за 25 мин прошел 1,2 км, затем полчаса отдыхал, а затем пробежал еще 800 м за 5 мин. Какова была его средняя скорость на всем пути?

Средний уровень

1. Велосипедист проехал 40 км со скоростью 20 км/ч, а потом еще 30 км проехал за 3 ч. Какова его средняя скорость на всем пути?
2. Двигаясь по шоссе, велосипедист проехал 900 м со скоростью 10 м/с, а затем по плохой дороге — 400 м со скоростью 5 м/с. С какой средней скоростью он проехал весь путь?
3. По горизонтальному участку пути автомобиль ехал со скоростью 72 км/ч в течение 10 минут, а затем преодолел подъем со скоростью 36 км/ч за 20 мин. Чему равна средняя скорость на всем пути?
4. Автомобиль ехал 5 ч со скоростью 80 км/ч, а на следующие 200 км потратил 7 ч. Какова средняя скорость автомобиля на всем пути?
5. Всадник ехал 3 ч со скоростью 50 км/ч, а на следующие 150 км потратил 4,5 ч. Какова средняя скорость всадника на всем пути?
6. Автомобиль проехал 72 км со скоростью 20 м/с, а потом еще 108 км — за 3 ч. Какова средняя скорость автомобиля на всем пути ?

Достаточный уровень

1. Путешественник поднимался в гору со скоростью 3 км/ч, а затем спускался обратно со скоростью 6 км/ч. Какова средняя скорость путешественника на всем пути?
2. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью 50 км/ч, а вторую — со скоростью 80 км/ч. Определите среднюю скорость его движения.
3. Скорость поезда на подъеме 30 км/ч, а на спуске — 90 км/ч. Определите среднюю скорость поезда на всем участке пути, если спуск в два раза длиннее подъема.
4. Третью пути человек ехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч, а остаток пути шел со скоростью 5 км/ч. Какова его средняя скорость на всем пути?

5. Две трети пути турист шел со скоростью 6 км/ч, а оставшийся путь ехал на велосипеде со скоростью 12 км/ч. Какова средняя скорость туриста на всем пути ?
6. Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью 12 км/ч, а вторую половину пути — со скоростью v_2 . Какова эта скорость, если известно, что средняя скорость его движения на всем пути равна 8 км/ч?
7. На первой половине пути автобус двигался со скоростью в 8 раз большей, чем на второй. Средняя скорость автобуса на всем пути 16 км/ч. Определите скорость автобуса на каждом участке пути.
8. Автомобиль двигался первую половину времени со скоростью 60 км/ч, а вторую — со скоростью 40 км/ч. Определите среднюю скорость движения автомобиля на всем пути.

Высокий уровень

1. Из одного пункта в другой мотоциклист двигался со скоростью 60 км/ч, а обратный путь им был пройден со скоростью 10 м/с. Какова была средняя скорость и средняя путевая скорость мотоцикла за все время движения?
2. Из города в поселок автомобиль ехал со скоростью 72 км/ч, а обратно — со скоростью 10 м/с. Какова была средняя скорость и средняя путевая скорость автомобиля за все время движения?
3. Самолет летит из пункта A в пункт B и возвращается назад в пункт A . Скорость самолета в безветренную погоду равна v . Найти отношение средних скоростей всего перелета для случаев, когда во время полета ветер дует: а) вдоль линии AB ; б) перпендикулярно линии AB . Скорость ветра равна u .
4. Велосипедист ехал из одного города в другой. Половину пути он проехал со скоростью 12 км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью 6 км/ч, а затем до конца пути шел пешком со скоростью 4 км/ч. Какова средняя скорость движения велосипедиста на всем пути?
5. Автомобиль проехал половину пути со скоростью 60 км/ч; половину оставшегося времени он ехал со скоростью 15 км/ч, а последний участок — со скоростью 45 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля на всем пути?

6. Пешеход часть пути прошел со скоростью 3 км/ч, затратив на это $\frac{2}{3}$ времени своего движения. За оставшуюся треть времени он прошел остальной путь со скоростью 6 км/ч. Какова средняя скорость на всем пути?
7. Турист ехал 2 ч на велосипеде, а потом 6 ч шел пешком. Во сколько раз его средняя скорость на всем пути больше скорости ходьбы, если ехал он вдвое быстрее, чем шел?
8. Лыжник преодолел дистанцию 5 км. Первый километр он пробежал за 3 мин, а на каждый последующий километр у него уходило на t секунд больше, чем на предыдущий. Найдите t , если известно, что средняя скорость на всем пути оказалась такой, как если бы спортсмен пробежал каждый километр за 3 мин 12 с.

*Самостоятельная
работа*

6

**МГНОВЕННАЯ СКОРОСТЬ
И УСКОРЕНИЕ ПРИ
ПРЯМОЛИНЕЙНОМ
НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ**

Начальный уровень

1. Какую скорость переменного движения показывает спидометр автомобиля?
2. О какой скорости — средней или мгновенной — идет речь в следующих случаях: 1) пуля вылетает из винтовки со скоростью 800 м/с; 2) самолет летит из Новосибирска в Москву со скоростью 800 км/ч; 3) скоростемер на тепловозе показывает 75 км/ч?
3. Что показывает модуль вектора ускорения?
4. Чему равна мгновенная скорость камня, брошенного вертикально вверх, в верхней точке траектории?
5. О какой скорости — средней или мгновенной — идет речь в следующих случаях: 1) скорость движения молотка при ударе равна 8 м/с; 2) поезд прошел путь между городами со скоростью

60 км/ч; 3) токарь обрабатывает деталь со скоростью резания 3000 м/мин.

6. Модуль ускорения тела равен 2 м/с^2 . Как это понимать?

Средний уровень

1. От какой скорости — средней или мгновенной — зависит степень повреждения автомобиля при аварийном столкновении с препятствием?
2. При каком условии модуль вектора скорости движущегося тела увеличивается? уменьшается?
3. Как связаны мгновенная и средняя скорости при равномерном прямолинейном движении?
4. Как измерить ускорение тела?
5. Во время езды на автомобиле через каждую минуту снимались показания спидометра. Можно ли по этим данным определить среднюю скорость движения автомобиля?
6. Каков физический смысл ускорения?

Достаточный уровень

1. Велосипедист движется под уклон с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$. Какая скорость будет через 30 с, если его начальная скорость 5 м/с ?
2. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$, увеличивает свою скорость с 54 км/ч до 72 км/ч ?
3. Автобус, двигаясь с ускорением 1 м/с^2 , остановился через 2 с после начала торможения. Определите скорость автобуса в начале торможения.
4. Каков модуль вектора ускорения автомобиля при торможении, если при скорости 108 км/ч время полного торможения 15 с ?
5. Трогающийся с места автомобиль через 10 с приобретает скорость 20 м/с . С каким ускорением двигался автомобиль? Через какое время его скорость станет равной 108 км/ч , если он будет двигаться с тем же ускорением?
6. Отъезжая от остановки, автобус за 10 с развил скорость 10 м/с . Определите ускорение автобуса. Каким будет ускорение автобуса в системе отсчета, связанной с равномерно движущимся автомобилем, проезжающим мимо остановки автобуса со скоростью 15 м/с ?

Высокий уровень

1. Тело движется прямолинейно. В начале и в конце движения модуль скорости одинаков. Могло ли тело двигаться с постоянным ускорением?
2. Два поезда идут навстречу друг другу: один — разгоняется в направлении на север; другой — тормозит в южном направлении. Как направлены ускорения поездов?
3. Поезд разгоняется с ускорением a . Известно, что к концу четвертой секунды скорость поезда равна 6 м/с. Что можно сказать о пути, пройденном за четвертую секунду: будет этот путь больше, меньше или равен 6 м?
4. Ось Ox направлена вдоль траектории прямолинейного движения тела. Что вы можете сказать о движении, при котором:
а) $v_x > 0, a_x > 0$; б) $v_x > 0, a_x < 0$; в) $v_x < 0, a_x = 0$?
5. Ось Ox направлена вдоль траектории прямолинейного движения тела. Что вы можете сказать о движении, при котором:
а) $v_x < 0, a_x > 0$; б) $v_x < 0, a_x < 0$; в) $v_x > 0, a_x = 0$?
6. Нет ли ошибки в следующем описании прямолинейного движения: на первом этапе движения $v_x > 0, a_x = 0$; на втором $v_x > 0, a_x > 0$; на третьем $v_x < 0, a_x > 0$; и, наконец, на четвертом этапе $v_x < 0, a_x = 0$? Обоснуйте свой ответ.

Самостоятельная
работа

7

ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

Начальный уровень

1. Начальная и конечная скорости движения тела соответственно равны 2 м/с и 4 м/с. Как движется это тело?
2. Проекция ускорения тела равна -2 м/с². Как это понимать?
3. Начальная и конечная скорости движения тела соответственно равны 5 м/с и 1 м/с. Как движется это тело?
4. Поезд отходит от станции. Как направлено его ускорение?

5. Поезд начинает тормозить. Как направлено его ускорение и скорость?
6. Ускорение тела равно 1 м/с^2 . На сколько изменится скорость этого тела за 1 с ?

Средний уровень

1. Какую скорость будет иметь тело через 20 с от начала движения, если оно движется с ускорением равным $0,2 \text{ м/с}^2$?
2. Через 25 с после начала движения спидометр автомобиля показал скорость движения 36 км/ч . С каким средним ускорением двигался автомобиль?
3. За 5 с скорость шарика возросла с 2 м/с до 5 м/с . Определите ускорение шарика.
4. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$, увеличит свою скорость с 10 м/с до 20 м/с ?
5. Велосипедист движется под уклон с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Какую скорость приобретает велосипедист через 10 с , если его начальная скорость равна 5 м/с ?
6. Какой путь из состояния покоя пройдет тело за 5 с , если его ускорение 2 м/с^2 ?
7. Велосипедист, движущийся со скоростью 3 м/с , начинает спускаться с горы с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Найдите длину горы, если спуск занял 6 с .
8. За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$, пройдет путь 30 м ?

Достаточный уровень

1. Электропоезд, отходящий от станции, в течение $0,5 \text{ мин}$ двигался с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Определите путь, который он прошел за это время, и скорость в конце этого пути.
2. Автомобиль, остановившись перед светофором, набирает затем скорость 54 км/ч на пути 50 м . С каким ускорением он должен двигаться? Сколько времени будет длиться разгон?
3. Пуля, летящая со скоростью 400 м/с , ударяется в земляной вал и проникает в него на глубину 36 см . Сколько времени двигалась пуля внутри вала? С каким ускорением? Какова была ее скорость на глубине 18 см ?

4. Автомобиль, двигаясь равномерно, проходит за 5 с путь 25 м, после чего в течение следующих 10 с, двигаясь равноускоренно, проходит 150 м. С каким ускорением двигался автомобиль на втором участке?
5. Автомобиль, трогаясь с места, движется равноускоренно с ускорением 2 м/с^2 . Какой путь он пройдет за 3-ю и за 4-ю секунды?
6. При равноускоренном движении из состояния покоя тело проходит за пятую секунду 90 см. Определите путь тела за седьмую секунду.
7. Тело, имея начальную скорость 1 м/с , двигалось равноускоренно и приобрело, пройдя некоторое расстояние, скорость 7 м/с . Какова была скорость тела, когда оно прошло половину этого расстояния?
8. Санки, скатывающиеся с горы с некоторой начальной скоростью, за три секунды проходят 2 м, а в последующие три секунды 4 м. Считая движение равноускоренным, найдите ускорение и начальную скорость санок.

Высокий уровень

1. По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии 30 см от начала пути шарик побывал дважды: через 1 с и через 2 с после начала движения. Определите начальную скорость и ускорение движения шарика. Ускорение считать постоянным.
2. При равноускоренном движении точка проходит в первые два равных последовательных промежутка времени, по 4 с каждый, пути 24 м и 64 м. Определите начальную скорость и ускорение движущейся точки.
3. Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя, стоящего на платформе, за 1 с а второй — за 1,5 с. Длина вагона 12 м. Найти ускорение поезда и его скорость в начале наблюдения. Движение поезда считайте равноускоренным.
4. Тележка двигалась вдоль наклонной плоскости с постоянным ускорением. В момент, когда секундомер показывал 7 с, тележка находилась против отметки 70 см, в момент времени 9 с — против отметки 80 см и при 15 с — против отметки 230 см. С каким ускорением двигалась тележка?
5. За какую секунду от начала движения путь, пройденный телом в равноускоренном движении, втрое больше пути, пройденного

в предыдущую секунду, если движение происходит без начальной скорости?

6. Два поезда прошли одинаковый путь за одно и то же время, однако один поезд, имея начальную скорость, равную нулю, прошел весь путь с ускорением 3 м/с^2 , а другой поезд половину пути шел со скоростью 18 км/ч , а другую половину пути со скоростью 54 км/ч . Найти путь, пройденный поездами.

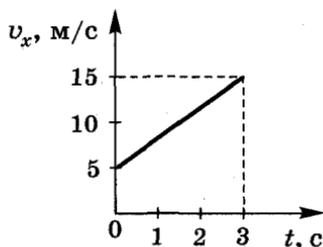
Самостоятельная
работа

8

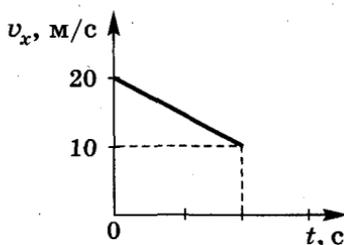
ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ

Начальный уровень

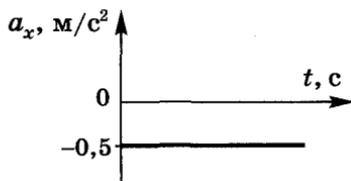
1. Расскажите о движении тела, график скорости которого изображен на рисунке.



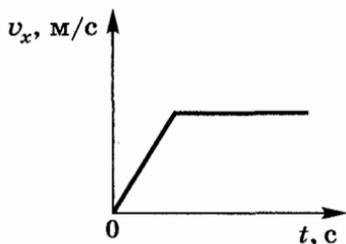
2. Расскажите о движении тела, график скорости которого изображен на рисунке.



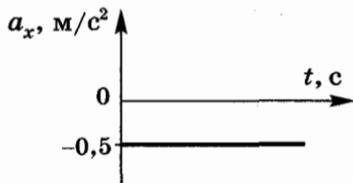
3. Расскажите о движении тела, график ускорения которого изображен на рисунке.



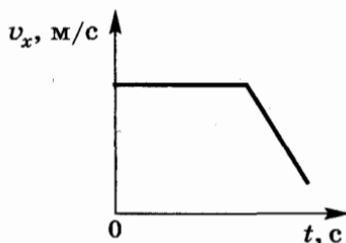
4. Как двигался автомобиль, график скорости движения которого изображен на рисунке?



5. Расскажите о движении тела, график ускорения которого изображен на рисунке.



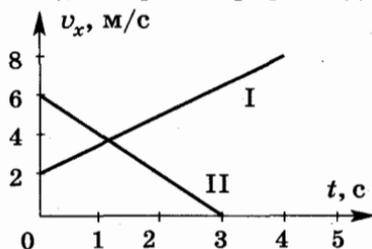
6. Как двигался велосипедист, график скорости движения которого изображен на рисунке?



Средний уровень

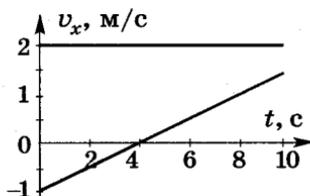
1. Зависимость проекции скорости от времени движущегося тела задана формулой $v_x = 1 + 2t$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $v(t)$.

2. По графикам, изображенным на рисунке, записать уравнения зависимости проекции скорости движущихся тел и координаты от времени ($v_x(t)$, $x(t)$).



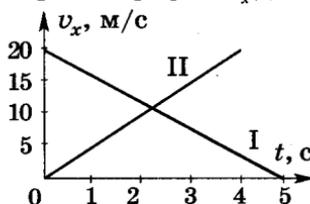
3. Уравнение проекции перемещения тела $s_x = 2t + t^2$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $s_x(t)$.

4. По графикам, изображенным на рисунке, записать уравнения зависимости проекции скорости и координаты от времени ($v_x(t)$, $x(t)$).



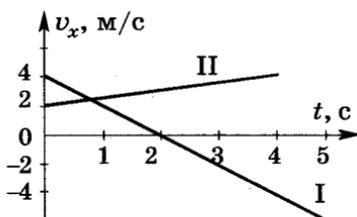
5. Зависимость скорости от времени движущегося тела задана формулой $v_x = 4 + t$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $v_x(t)$.

6. По графикам, изображенным на рисунке, запишите уравнения зависимости проекции скорости и координаты от времени ($v_x(t)$, $x(t)$).



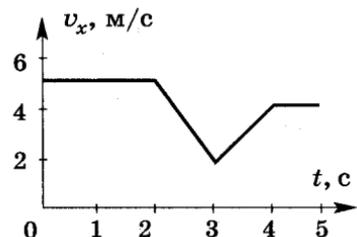
7. Уравнение проекции перемещения тела $s_x = 6 - t^2$. Опишите это движение (укажите значения характеризующих его величин), постройте график $s_x(t)$.

8. По графикам, изображенным на рисунке, записать уравнения зависимости проекции скорости и координаты от времени ($v_x(t)$, $x(t)$).



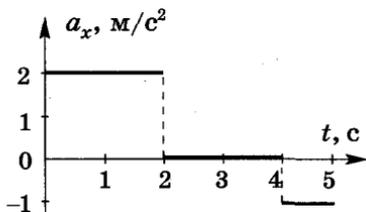
Достаточный уровень¹

1. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения тела.

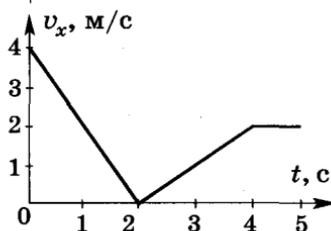


¹ Считайте, что $x_0 = 0$, если другое не сказано в условии.

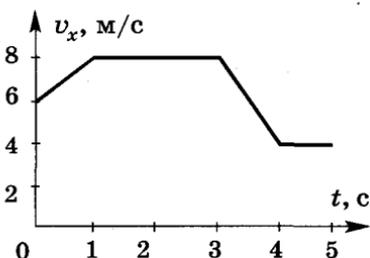
2. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости тела.



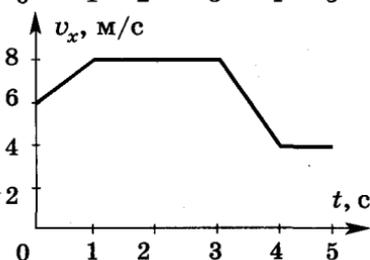
3. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения тела.



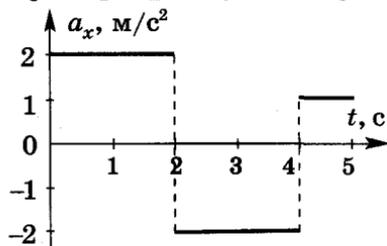
4. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости тела.



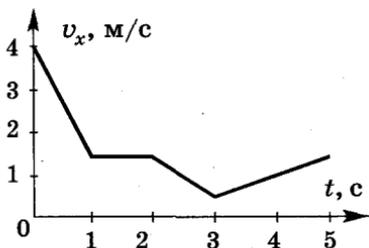
5. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения тела.



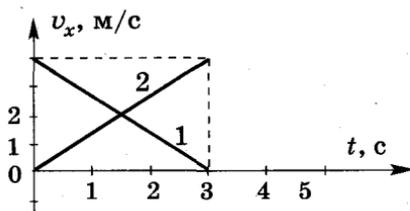
6. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости тела.



7. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения тела.

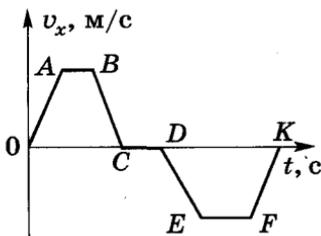


8. Графики каких движений представлены на рисунке? В чем сходны и чем различаются движения тел 1 и 2? Что можно сказать о путях, пройденных этими телами за время 3 с от начала отсчета времени? Постройте графики пути для обоих тел.

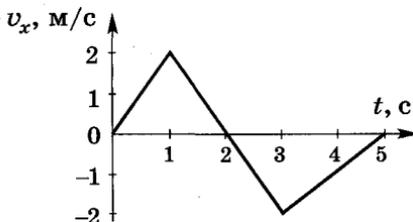


Высокий уровень¹

1. Как двигался мотоциклист, график проекции скорости движения которого изображен на рисунке? Начертите график пути, соответствующий данному графику.

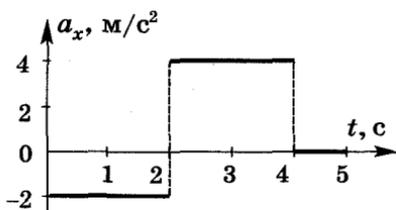


2. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения тела.

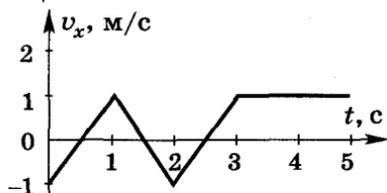


¹ Считайте, что $x_0 = 0$, если другое не сказано в условии.

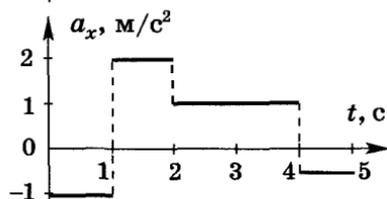
3. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости тела.



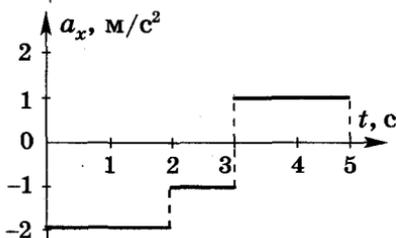
4. По данному графику проекции скорости построить графики для координаты и проекции ускорения тела.



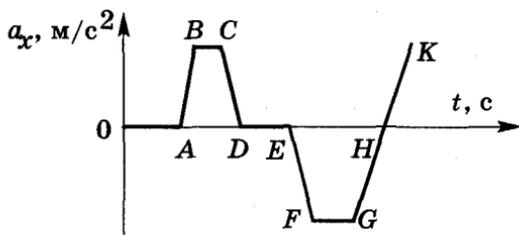
5. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости тела.



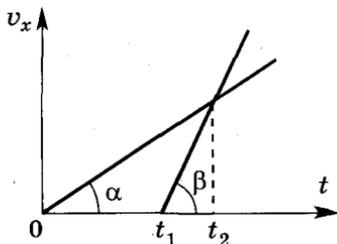
6. По данному графику проекции ускорения построить графики для координаты и проекции скорости тела.



7. Как двигалось тело, график ускорения которого дан на рисунке. Начертите (качественно) графики скорости и пути, соответствующие данному графику ускорения.



8. На рисунке даны графики проекции скоростей для двух точек, движущихся по одной прямой от одного и того же начального положения. Известны моменты времени t_1 и t_2 . В какой момент времени t_3 точки встретятся? Построить графики движения $x(t)$.



Самостоятельная
работа

9

СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

В задачах самостоятельных работ № 9—12 ускорение свободного падения g можно считать равным 10 м/с^2 . Сопротивлением воздуха пренебречь.

Начальный уровень

1. Как движется тело при свободном падении?
2. Что можно сказать об ускорении свободного падения различных тел?
3. Что установил итальянский ученый Г. Галилей, исследуя свободное падение тел?
4. Какие опыты доказывают, что все тела у поверхности Земли, если на них не действуют силы сопротивления, падают с постоянным ускорением?
5. Как направлен вектор ускорения при свободном падении?
6. Изменится ли ускорение падающего тела, если ему сообщить начальную скорость?
7. Какие физические величины следует измерить в опытах со свободно падающим телом, чтобы вычислить ускорение свободного падения в данном месте Земли?
8. Три тела брошены так: первое — вниз без начальной скорости, второе — вниз с начальной скоростью, третье — вверх. Одинаковы ли ускорения этих тел?

Средний уровень

1. Определите глубину ущелья, если камень, падая без начальной скорости, достиг его дна за 6 с.
2. За какое время мяч, начавший свое падение без начальной скорости, пройдет путь 20 м?
3. Тело падает без начальной скорости. Какова его скорость после 2 с падения?
4. Тело падает с высоты 20 м без начальной скорости. Определите его скорость в момент достижения поверхности земли.
5. Определите высоту здания, если капля воды падала с крыши в течение 5 с.
6. Тело упало с высоты 45 м. Определите время падения.
7. Мяч падает с начальной скоростью 5 м/с. Какой будет его скорость через 3 с после начала падения?
8. Камень бросили вертикально вниз с начальной скоростью 5 м/с. С какой высоты бросили камень, если он падал 2 с?

Достаточный уровень

1. Свободно падающее тело прошло последние 30 м за 0,5 с. Найдите высоту падения.
2. Тело свободно падает без начальной скорости с высоты 80 м. Каково его перемещение в последнюю секунду падения?
3. Сколько времени падало тело без начальной скорости, если за последние 2 с оно прошло 60 м?
4. Тело падает без начальной скорости с высоты 45 м. Найдите среднюю скорость на второй половине пути.
5. Свободно падающее без начальной скорости тело в последнюю секунду падения прошло $\frac{2}{3}$ своего пути. Найдите весь путь, пройденный телом.
6. Тело падает с высоты 100 м без начальной скорости. Какой путь проходит тело за первую и за последнюю секунды своего падения?
7. Тело падает с высоты 100 м без начальной скорости. За какое время тело проходит первый и последний метры своего пути?

8. Тело свободно падает с высоты 27 м. Разделите эту высоту на три части h_1 , h_2 , h_3 так, чтобы на прохождение каждой из них потребовалось одно и то же время.

Высокий уровень

1. С вертолета сбросили без начальной скорости два груза, причем второй на 1 с позже первого. Определите расстояние между грузами через 2 с и через 4 с после начала движения первого груза.
2. Тело свободно падает с высоты 10 м. В тот же момент другое тело брошено с высоты 20 м вертикально вниз. Оба тела упали на землю одновременно. Определите начальную скорость второго тела.
3. С каким интервалом оторвались от крыши две капли, если спустя 2 с после начала падения второй капли расстояние между каплями равно 25 м?
4. Падающее без начальной скорости тело проходит за последние τ секунд своего падения $1/n$ часть всего пути. Найдите полное время t и всю высоту падения H .
5. С крыши дома высотой 8 м через одинаковые промежутки времени падают капли воды, причем первая ударяется о землю тогда, когда пятая отрывается от крыши. Определите расстояние между каплями в момент, когда первая капля ударяется о землю.
6. Аэростат поднимается с аэродрома вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 . Через 5 с от начала его движения из него выпал предмет. Через какое время после старта аэростата этот предмет упадет на землю?
7. Два тела начали падать с одной и той же высоты, одно вслед за другим через τ секунд. Через какое время, считая от начала падения первого тела, расстояние между телами будет равно l ?
8. Определите время открытого положения фотографического затвора τ , если при фотографировании шарика, падающего вдоль вертикальной сантиметровой шкалы от нулевой отметки без начальной скорости, на негативе была получена полоска, простирающаяся от n_1 до n_2 деления шкалы.

**ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА,
БРОШЕННОГО
ВЕРТИКАЛЬНО ВВЕРХ**

Начальный уровень

1. Как движется тело, брошенное вертикально вверх?
2. Как изменяется модуль скорости тела, брошенного вертикально вверх?
3. Чему равна скорость тела, брошенного вертикально вверх, в наивысшей точке его подъема?
4. Чему равен модуль ускорения тела, брошенного вертикально вверх?
5. Объясните, почему скорость тела, брошенного вертикально вверх, изменяется?
6. Как направлены вектор ускорения и вектор скорости тела, брошенного вертикально вверх?

Средний уровень

1. На какую максимальную высоту поднимется тело, брошенное вертикально вверх со скоростью 40 м/с?
2. С какой скоростью вода выбрасывается насосом вверх, если струя воды достигает высоты 20 м?
3. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх со скоростью 25 м/с, поражает цель через 2 с. Какую скорость будет иметь стрела к моменту достижения цели?
4. Мяч бросили вертикально вверх со скоростью 18 м/с. Какое перемещение совершит он за 3 с?
5. Из пружинного пистолета выстрелили вертикально вверх шариком, который поднялся на высоту 5 м. С какой скоростью вылетел шарик из пистолета?
6. С какой начальной скоростью брошено тело вертикально вверх, если через 1 с после начала движения скорость тела направлена вверх и равна 10 м/с?

Достаточный уровень

1. Мальчик бросил вертикально вверх мячик и поймал его через 2 с. На какую высоту поднялся мячик и какова его начальная скорость?
2. С какой начальной скоростью нужно бросить тело вертикально вверх, чтобы через 10 с оно двигалось со скоростью 20 м/с вниз?
3. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 4 с. Каковы начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема?
4. Бросая мяч вертикально вверх, мальчик сообщает ему скорость в 1,5 раза большую, чем девочка. Во сколько раз выше поднимется мяч, брошенный мальчиком?
5. Через сколько секунд тело будет на высоте 25 м, если его бросить вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с?
6. С высоты 2 м вертикально вверх бросили тело с начальной скоростью 5 м/с. Через какое время тело достигнет поверхности земли? Найти модуль перемещения и пройденный за это время путь.
7. Камень брошен с высоты 28 м вертикально вверх с начальной скоростью 8 м/с. Найдите скорость при ударе камня о землю.
8. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте и через какое время скорость тела (по модулю) будет в три раза меньше, чем в начале подъема?

Высокий уровень

1. С высоты 10 м без начальной скорости падает камень. Одновременно с высоты 5 м вертикально вверх бросают другой камень. С какой начальной скоростью брошен второй камень, если камни встретились на высоте 1 м над землей?
2. С башни высотой 20 м одновременно бросают два шарика: один — вверх со скоростью 15 м/с, другой — вниз со скоростью 5 м/с. Какой интервал времени отделяет моменты их падения на землю?
3. С поверхности земли с одинаковыми скоростями 20 м/с последовательно через промежуток времени 1 с брошены вверх два мяча. Определите, на каком расстоянии от поверхности земли они встретятся, и через какое время после броска первого мяча это произойдет.

4. С какой начальной скоростью необходимо бросить вниз мяч с высоты h , чтобы он после удара о землю подскочил на высоту nh ? Считайте, что при ударе скорость мяча изменяется только по направлению.
5. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью v_0 . Когда тело достигло максимальной высоты, из той же точки с той же скоростью v_0 бросили второе тело. На какой высоте они встретятся?
6. Два шарика брошены с одинаковыми начальными скоростями из одной точки вертикально вверх, один через t секунд после другого. Они встретились в воздухе через τ секунд после вылета первого шарика. Какова начальная скорость шариков?
7. С башни, имеющей высоту h , бросают одновременно два шарика: один — вертикально вверх со скоростью v_1 , другой — вертикально вниз со скоростью v_2 . Найдите промежуток времени Δt , отделяющий моменты их падения на землю.
8. Жонглер бросает мячики один за другим вверх, каждый следующий мяч в тот момент, когда предыдущий находится в наивысшей точке. На какую высоту поднимаются мячи, если он бросает три мяча в секунду?

Самостоятельная
работа

11

ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ГОРИЗОНТАЛЬНО

Начальный уровень

1. По какой траектории движется тело, брошенное горизонтально?
2. С каким ускорением движется тело, брошенное горизонтально?
3. Как направлена начальная скорость тела, брошенного горизонтально?
4. Что общего в движении тел, брошенных вертикально вниз и горизонтально?
5. Зависит ли дальность полета тела, брошенного горизонтально, от значения величины начальной скорости?

6. Зависит ли время полета тела, брошенного горизонтально, от значения величины начальной скорости?

Средний уровень

1. Как изменится время полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если скорость бросания увеличить вдвое?
2. Как изменится дальность полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если скорость бросания увеличить вдвое?
3. Как изменится время полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если в 4 раза увеличить начальную высоту?
4. Из окна бросили мяч в горизонтальном направлении со скоростью 12 м/с. Он упал на землю через 2 с. С какой высоты был брошен мяч и на каком расстоянии от здания он упал?
5. Мальчик бросил горизонтально мяч из окна, находящегося на высоте 20 м. Сколько времени летел мяч до земли и с какой скоростью он был брошен, если он упал на расстоянии 6 м от основания дома?
6. Мяч бросают с крыши, находящейся на высоте 20 м от поверхности земли. Его начальная скорость равна 25 м/с и направлена горизонтально. Какова дальность полета мяча?

Достаточный уровень

1. Из винтовки, находящейся на высоте 4 м над поверхностью земли, в горизонтальном направлении был произведен выстрел. Определите дальность полета пули, если ее горизонтальная скорость при выстреле 1000 м/с. Сколько времени пуля находилась в полете?
2. Пуля вылетает из винтовки в горизонтальном направлении и летит со средней скоростью 1000 м/с. На сколько снизится пуля в вертикальном направлении за время полета, если цель находится на расстоянии 750 м?
3. С какой скоростью надо бросить тело горизонтально с некоторой высоты, чтобы дальность полета равнялась высоте, с которой брошено тело?
4. Камень, брошенный горизонтально с крыши дома со скоростью 15 м/с, упал на землю под углом 60° к горизонту. Какова высота дома?

5. Самолет летит на высоте 500 м со скоростью 72 км/ч. С самолета сбросили вымпел на судно, которое движется со скоростью 18 км/ч навстречу самолету. На каком расстоянии от судна (по прямой) нужно сбросить вымпел?
6. С вертолета, летящего на высоте 125 м со скоростью 90 км/ч, сбросили груз. На какой высоте его скорость будет направлена под углом 45° к горизонту?

Высокий уровень

1. В мишень с расстояния 50 м сделано два выстрела в горизонтальном направлении при одинаковой наводке винтовки. Скорость первой пули 320 м/с, второй — 350 м/с. Каково расстояние между пробоинами?
2. Деревянный шар, скатываясь с лестницы, имел горизонтальную начальную скорость 1,7 м/с. Высота и ширина каждой ступеньки равны по 20 см. О какую по счету ступеньку ударился шар впервые?
3. Из винтовки, установленной горизонтально, производят два выстрела в мишень, установленную перпендикулярно к плоскости стрельбы на расстоянии 100 м. Вторая пуля попала на 1,7 см ниже первой. Какова скорость второй пули, если первая пуля имела начальную скорость 700 м/с?
4. Камень бросают горизонтально с вершины горы, имеющей уклон α . С какой скоростью должен быть брошен камень, чтобы он упал на гору на расстоянии L от ее вершины?
5. «Снаряд» пружинного пистолета при выстреле вертикально вверх поднимается на высоту 1 м. Какой будет дальность полета «снаряда», если пистолет установить на высоте 64 см и выстрелить горизонтально? Скорость «снаряда» в обоих случаях считать одинаковой.
6. Тело брошено с высоты h горизонтально с начальной скоростью v_0 . Как зависят от времени координаты тела и его полная скорость? Вывести уравнение траектории. Начало координат совпадает с точкой броска, ось OY направлена вертикально вниз, ось OX — горизонтально в направлении броска.

**ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА,
БРОШЕННОГО ПОД УГЛОМ
К ГОРИЗОНТУ**

Начальный уровень

1. По какой траектории движется тело, брошенное под углом к горизонту?
2. Что общего в движении тел, брошенных вертикально вниз и под углом к горизонту?
3. Можно ли движение тела, брошенное под углом к горизонту, считать равноускоренным?
4. С каким ускорением движется тело, брошенное под углом к горизонту?
5. Зависит ли дальность полета тела от направления начальной скорости?
6. При каком угле бросания дальность полета будет наибольшей?

Средний уровень

1. Тело, брошенное под углом 30° к горизонту, упало в некоторую точку на поверхности земли. Под каким другим углом надо бросить второе тело с той же скоростью, чтобы оно упало в ту же точку, что и первое?
2. Под каким углом к горизонту брошено тело, если его начальная скорость равна 20 м/с, а проекция на ось OY равна 10 м/с?
3. Мяч был брошен под углом 30° к горизонту, с начальной скоростью 20 м/с. Какова дальность полета?
4. Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полете 12 с. Какой наибольшей высоты достиг снаряд?
5. Двое играют в мяч, бросая его друг другу. На какую высоту поднимется мяч во время игры, если он от одного игрока к другому летит в течение 2 с?

6. Найдите максимальную высоту подъема камня, брошенного с начальной скоростью 10 м/с под углом 45° к горизонту.

Достаточный уровень

1. Диск, брошенный под углом 45° к горизонту, достиг наибольшей высоты h . Какова дальность его полета?
2. Тело брошено под углом к горизонту с начальной скоростью 10 м/с . Какова скорость тела в момент, когда оно оказалось на высоте 3 м ?
3. Из трех труб, расположенных на земле, с одинаковой скоростью бьют струи воды: под углом 60° , 45° и 30° к горизонту. Найдите отношения наибольших высот подъема струй воды, вытекающих из каждой трубы и дальностей падения воды на землю. Сопротивление воздуха движению водяных струй не учитывать.
4. Камень, брошенный под углом 30° к горизонту, дважды был на одной высоте: спустя 3 с и спустя 5 с после начала движения. Определите начальную скорость и максимальную высоту.
5. Тело, брошенное под углом 60° к горизонту, через 4 с после начала движения имело вертикальную составляющую проекции скорости $9,8 \text{ м/с}$. Каково расстояние между местом бросания и местом падения?
6. Начальная скорость камня, брошенного под углом к горизонту, 10 м/с . Спустя $0,5 \text{ с}$ скорость камня стала равной 7 м/с . На какую максимальную высоту над первоначальным уровнем поднимется камень?
7. Камень брошен под углом 30° к горизонту со скоростью 10 м/с . Через какое время камень будет на высоте 1 м ?
8. Под углом 60° к горизонту брошено тело с начальной скоростью 20 м/с . Через какое время оно будет двигаться под углом 45° к горизонту?

Высокий уровень

1. Под каким углом α к горизонту нужно направить струю воды, чтобы высота ее подъема была равна дальности?
2. Из шланга, лежащего на земле, бьет под углом 45° к горизонту вода с начальной скоростью 10 м/с . Площадь сечения отверстия шланга 5 см^2 . Какова масса m струи, находящейся в воздухе?

3. Камень, брошенный под углом к горизонту, упал на землю через 4 с. Чему равны высота и дальность полета камня, если известно, что во время движения его максимальная скорость была вдвое больше минимальной?
4. Игрок в волейбол посылает мяч с высоты 1,2 м над землей так, чтобы угол бросания был равен 45° . На расстоянии 47 м от места бросания расположена сетка высотой 7,3 м. Какова должна быть минимальная начальная скорость, чтобы мяч перескочил сетку?
5. Футбольный мяч посылается с начальной скоростью 10,7 м/с под углом 30° к горизонту. На расстоянии 6 м от точки удара находится вертикальная стенка, о которую мяч упруго ударяется. Найти расстояние от точки удара по мячу до точки его приземления.
6. Во время волейбольного матча мяч, посланный в сторону соперников со скоростью 10 м/с под углом 60° к горизонту, перелетел через сетку, едва коснувшись ее. На каком расстоянии от сетки был произведен удар по мячу? Высота верхнего края сетки 2,5 м, мяч послан с высоты 1 м.
7. Два снаряда, выпущенные под разными углами к горизонту из одного орудия, попали в одну точку. Расстояние от орудия до этой точки вдвое меньше, чем максимальная дальность стрельбы данного орудия. Во сколько раз отличаются высоты верхних точек двух траекторий?
8. Камень бросают со скоростью v под углом φ к горизонту. Через какое время скорость будет составлять угол α с горизонтом?

*Самостоятельная
работа*

13

КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Начальный уровень

1. Как направлена мгновенная скорость при криволинейном движении?
2. Как направлено центростремительное ускорение при движении тела по окружности?

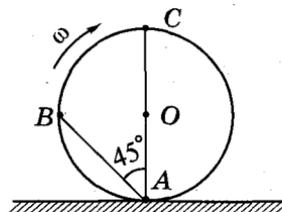
- По какой линии полетит камень, вращающийся на нити, если нить внезапно оборвется?
- Автомобиль движется по криволинейной траектории с постоянной по модулю скоростью. Можно ли утверждать, что его ускорение в этом случае равно нулю?
- Что характеризует центростремительное ускорение при равномерном движении тела по окружности?
- Является ли линейная скорость постоянной величиной при равномерном движении тела по окружности?

Средний уровень

- Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 120 м со скоростью 36 км/ч. Чему равно центростремительное ускорение автомобиля?
- Вал диаметром 20 см при вращении делает один оборот за 0,4 с. Определите линейную скорость точек на поверхности вала.
- Колесо диаметром 50 см, двигаясь равномерно, проходит расстояние 2 м за 4 с. Какова угловая скорость вращения колеса?
- Шлифовальный камень радиусом 30 см совершает один оборот за 0,6 с. Где расположены точки, имеющие наибольшую линейную скорость, и чему она равна?
- Конькобежец движется со скоростью 12 м/с по окружности радиусом 50 м. Каково центростремительное ускорение при движении конькобежца?
- Колесо велосипеда имеет радиус 40 см. С какой скоростью едет велосипедист, если колесо делает 120 об/мин? Чему равен период вращения колеса?

Достаточный уровень

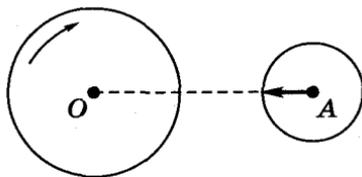
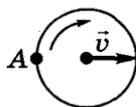
- Найдите линейную скорость Земли при ее орбитальном движении. Средний радиус земной орбиты $1,5 \cdot 10^8$ км.
- Круглый диск радиусом R катится без скольжения по горизонтальной плоскости с угловой скоростью, равной ω . Найдите скорость точек A , B , C , O диска в данный момент.



- Найдите радиус вращающегося колеса, если известно, что линейная скорость точки, лежащей на ободе, в 2,5 раза больше линейной скорости точки, лежащей на 5 см ближе к оси колеса.
- Пропеллер самолета радиусом 1,5 м вращается при посадке с частотой 2000 мин^{-1} . Определите скорость точки на конце пропеллера.
- С какой скоростью и в каком направлении должен лететь самолет над экватором на высоте h , чтобы для него Солнце находилось все время в одном и том же месте пространства?
- Какую линейную скорость имеют верхние точки обода велосипедного колеса, если велосипедист едет со скоростью 20 км/ч ?

Высокий уровень

- Мальчик вращает камень, привязанный к веревке длиной 0,5 м в вертикальной плоскости, так, что частота равна 3 об/с. На какую высоту подлетит камень, если веревка обрывается в тот момент, когда скорость была направлена вертикально вверх?
- Первая в мире орбитальная космическая станция двигалась со скоростью $7,3 \text{ км/с}$ и имела период обращения $88,85 \text{ мин}$. Считая ее орбиту круговой, найдите высоту станции над поверхностью Земли. Радиус Земли принять равным 6400 км .
- С какой скоростью v должен ехать автомобиль, чтобы сорвавшийся с его колеса в точке A застрявший в шине камешек попал в ту же точку колеса, от которой оторвался? Радиус колеса 20 см .
- Круглая горизонтальная платформа вращается вокруг своей оси с частотой 30 мин^{-1} . Шар катится в направлении AO со скоростью 7 м/с . Найдите скорость шара относительно платформы в момент, когда $AO = 8 \text{ м}$.



5. Гладкий диск радиусом R , плоскость которого горизонтальна, вращается вокруг своей оси. От поверхности диска отрывается небольшое тело, которое без трения скользит по нему. На каком расстоянии от оси оторвалось тело, если за время, пока оно соскальзывало с диска, диск сделал полный оборот?
6. Гайку закручивают на болт за время τ . Длина болта l , резьба составляет угол α с плоскостью гайки. Найдите угловую скорость гайки, если радиус болта равен R .

КИНЕМАТИКА

Начальный уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 Плот плывет по течению реки. Каково его движение относительно воды? берега реки?
- 2 Какие нужно выполнить измерения, чтобы определить скорость тела при равномерном прямолинейном движении?
- 3 Ускорение тела равно 2 м/с^2 . На сколько изменится скорость этого тела за 1 с?

ВАРИАНТ 2

- 1 Можно ли применять паруса и руль для управления полетом воздушного шара?
- 2 Автомобиль двигался равномерно 0,5 ч со скоростью 10 м/с. Какой путь он прошел?
- 3 Начальная и конечная скорости движения тела соответственно равны 5 м/с и 10 м/с? Как движется это тело?

ВАРИАНТ 3

- 1 Какие тела движутся прямолинейно: а) отпущенный из рук камень, б) Луна по своей орбите, в) поезд метро вдоль платформы станции?
- 2 Ленточный транспортер движется равномерно со скоростью 16 см/с. За какое время груз переместится с помощью транспортера на 24 м?
- 3 Проекция ускорения тела равна -5 м/с^2 . Как это понимать? Объясните.

ВАРИАНТ 4

- 1 Какие движения являются равномерными, а какие — неравномерными: а) движение самолета при взлете, б) спуск на эскалаторе метрополитена, в) движение поезда при приближении к станции?

- 2 Автобус за первые 1,5 ч движения проехал путь 60 км, а за следующие 0,5 ч — 80 км. Какова средняя скорость автобуса на всем пути?
- 3 Начальная и конечная скорости движения тела соответственно равны 15 м/с и 10 м/с? Как движется это тело?

ВАРИАНТ 5

- 1 Приведите примеры задач, в которых Луну: а) можно считать материальной точкой; б) нельзя считать материальной точкой.
- 2 Шарик скатывается с наклонного желоба за 3 с. Является ли движение шарика по желобу равномерным? Какова средняя скорость движения шарика по желобу длиной 45 см?
- 3 Ускорение тела равно 3 м/с². Что это означает? Объясните.

ВАРИАНТ 6

- 1 О какой скорости — средней или мгновенной — идет речь в следующих случаях: а) скорость движения топора в момент удара о полено равна 10 м/с; б) поезд прошел путь между станциями со скоростью 60 км/ч; в) скорость пешехода равна 3 км/ч?
- 2 Лифт равномерно поднимается со скоростью 3 м/с. Какое расстояние он пройдет за 0,5 мин?
- 3 При любом неравномерном движении изменяется скорость. Как ускорение характеризует это изменение?

Средний уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 В субботу до возвращения в гараж автобус сделал десять рейсов, а в воскресенье — 12. В какой из этих дней автобус проехал больший путь? Совершил большее перемещение?
- 2 Зависимость от времени координаты точки, движущейся вдоль оси x , имеет вид: $x = 2 - 10t + 3t^2$. Опишите характер движения. Каковы начальная скорость и ускорение? Запишите уравнение для проекции скорости.
- 3 За какое время камень, начавший свое падение без начальной скорости, пройдет путь 80 м?

ВАРИАНТ 2

- 1 В каком случае выпавший из окна вагона предмет упадет на землю раньше: когда вагон стоит на месте или когда он движется?
- 2 Зависимость от времени координаты точки, движущейся вдоль оси x , имеет вид: $x = 3 - 0,4t$. Опишите характер движения. Запишите уравнение для проекции скорости.
- 3 На какую максимальную высоту поднимется тело, брошенное вертикально вверх со скоростью 8 м/с?

ВАРИАНТ 3

- 1 Какую форму должна иметь траектория точки, чтобы пройденный этой точкой путь равнялся модулю перемещения?
- 2 Проекция скорости движения тела задана уравнением $v_x = 8 - 2t$. Запишите уравнение для проекции перемещения и определите, через какое время скорость тела станет равной нулю.
- 3 Автобус отъезжает от остановки с ускорением 2 м/с². Какой путь он пройдет за 5 с?

ВАРИАНТ 4

- 1 Может ли человек, находясь на движущемся эскалаторе, быть в состоянии покоя относительно земли?
- 2 Зависимость от времени координаты точки, движущейся вдоль оси x , имеет вид: $x = 4 + 5t + 2t^2$. Опишите характер движения. Каковы начальная скорость и ускорение? Запишите уравнение для проекции скорости.
- 3 Какой путь пройдет свободно падающее тело без начальной скорости за 5 с?

ВАРИАНТ 5

- 1 По реке плывет лодка и рядом с ней плот. Что легче для гребца: перегнать плот на 5 м или на столько же отстать от него?
- 2 Зависимость от времени координаты тела, движущегося вдоль оси x , имеет вид: $x = 10t - 2t^2$. Каковы начальная скорость и ускорение тела? Чему равно перемещение тела за 2 с? Запишите уравнение для проекции скорости.
- 3 Тело брошено вертикально вверх со скоростью 25 м/с. Какую скорость будет иметь тело через 2 с?

ВАРИАНТ 6

- 1 Можно ли узнать конечное положение тела, если известны его начальные координаты и путь, пройденный этим телом? Ответ поясните.
- 2 Проекция скорости движения тела задана уравнением $v_x = 10 + 0,3t$. Запишите формулу для проекции перемещения и вычислите скорость в конце 10-й секунды движения.
- 3 При взлете самолет должен набрать скорость 180 км/ч. На каком расстоянии от места старта на взлетной дорожке самолет достигнет этого значения скорости, если его ускорение постоянно и равно $2,5 \text{ м/с}^2$?

*Достаточный уровень***ВАРИАНТ 1**

- 1 Какие из приведенных зависимостей описывают равномерное прямолинейное движение: 1) $x = 4t + 2$; 2) $x = 3t^2$; 3) $x = 8t$; 4) $v = 4 - t$; 5) $v = 6$?
- 2 Из двух пунктов, расстояние между которыми 100 м, одновременно навстречу друг другу начали двигаться два тела. Скорость одного из них 20 м/с. Какова скорость второго тела, если они встретились через 4 с?
- 3 Тело, двигаясь равноускоренно, за третью секунду проходит расстояние 2,5 м. Определите перемещение тела за пятую секунду.
- 4 Тело брошено вертикально вверх со скоростью v_0 . На какой высоте скорость тела уменьшится по модулю в три раза?

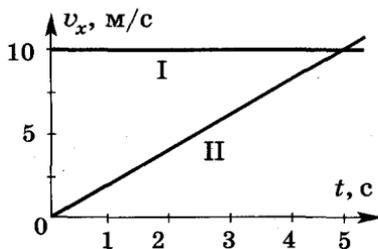
ВАРИАНТ 2

- 1 Какие из приведенных зависимостей описывают равноускоренное движение: 1) $x = 3 + 2t$; 2) $x = 4 + 2t$; 3) $v = 5$; 4) $x = 8 - 2t - 4t^2$; 5) $x = 10 + 5t^2$?
- 2 Со станции вышел товарный поезд, идущий со скоростью 36 км/ч. Через 0,5 ч в том же направлении отправился скорый поезд, скорость которого 72 км/ч. Через какое время после выхода товарного поезда его нагонит скорый поезд?

- 3 Во сколько раз скорость пули в середине ствола ружья меньше, чем при вылете из ствола? Движение пули считать равноускоренным.
- 4 Тело брошено вертикально вверх с высоты 20 м с начальной скоростью 3 м/с. На какой высоте окажется тело через 2 с после начала движения?

ВАРИАНТ 3

- 1 На рисунке изображены графики проекций скоростей двух тел. Определите: а) вид движения тел; б) ускорения движения тел; в) через сколько секунд после начала движения скорости тел будут одинаковыми. Запишите зависимости координат тел от времени.



- 2 Поезд шел половину всего времени движения со скоростью 80 км/ч, а половину времени — со скоростью 40 км/ч. Какова средняя скорость поезда на всем пути?
- 3 Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением 0,3 м/с². Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?
- 4 Спортсмен прыгнул с 10-метровой вышки в воду. Определите скорость вхождения спортсмена в воду и время пребывания в полете. Сопротивлением воздуха пренебречь.

ВАРИАНТ 4

- 1 Движение точки задано уравнением $x = 5 + 4t + t^2$. Определите среднюю скорость движения в интервале времени от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 5$ с.
- 2 По параллельным путям в одну сторону движутся два электропоезда: первый — со скоростью 54 км/ч, второй — со скоростью 10 м/с. Сколько времени первый поезд будет обгонять второй, если длина каждого из них 150 м?
- 3 Автобус, движущийся со скоростью 54 км/ч, вынужден был остановиться за 3 с. Найдите ускорение автобуса и длину тормозного пути, считая ускорение постоянным.

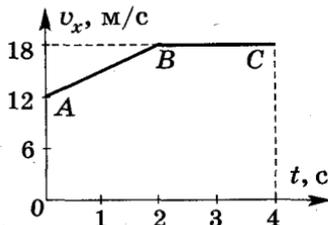
- 4 Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. В некоторой точке А тело побывало дважды с интервалом 2 с. Определите высоту, на которой находится точка А.

ВАРИАНТ 5

- 1 Зависимость от времени координат двух точек, движущихся вдоль оси x , имеет вид: $x_1 = 15 + t^2$ и $x_2 = 8t$. Опишите характер движения каждого тела. Найдите время и место встречи тел.
- 2 Две вагонетки катятся навстречу друг другу со скоростями 0,5 м/с и 0,4 м/с. Через какое время вагонетки столкнутся, если первоначальное расстояние между ними 135 м?
- 3 Первую четверть пути поезд прошел со скоростью 60 км/ч. Средняя скорость на всем пути оказалась равной 40 км/ч. С какой скоростью поезд прошел оставшуюся часть пути?
- 4 Тело падает с высоты h_0 и при отскоке от земли теряет 20% своей скорости. Определите максимальную высоту, на которую поднимется тело после удара.

ВАРИАНТ 6

- 1 Определите вид движения, соответствующий участкам графика АВ и ВС. Чему равно ускорение тела на каждом из участков? Какова величина скорости тела в начале и в конце движения?

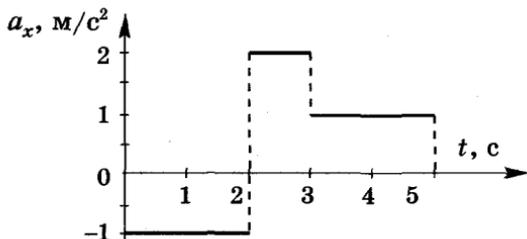


- 2 Катер прошел первую половину пути со средней скоростью в 2 раза большей, чем вторую. Средняя скорость на всем пути составила 4 км/ч. Каковы скорости катера на первой и второй половинах пути?
- 3 Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 с путь 340 м и развил скорость 19 м/с. С каким ускорением двигался поезд и какой была скорость в начале уклона?
- 4 Вертолет начал подниматься с Земли вертикально вверх с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Через 10 с из него выпал груз. Через сколько времени от начала падения груз достигнет Земли?

Высокий уровень

ВАРИАНТ 1

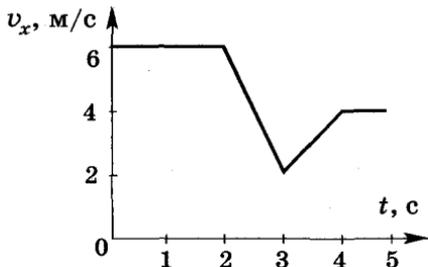
- 1 По графику проекции ускорения построить график для проекции скорости и для проекции перемещения, если начальная скорость тела равна 2 м/с.



- 2 Может ли скорость тела быть равной нулю в момент, когда его ускорение не равно нулю?
- 3 Под каким углом к горизонту брошено тело, если проекция вектора начальной скорости на ось OX равна 10 м/с, а на ось OY — 17 м/с? Какова начальная скорость тела?
- 4 Тело падает вертикально вниз с высоты 20 м без начальной скорости. Определите: а) путь, пройденный телом за последнюю секунду падения; б) среднюю скорость на всем пути; в) среднюю скорость на второй половине пути.

ВАРИАНТ 2

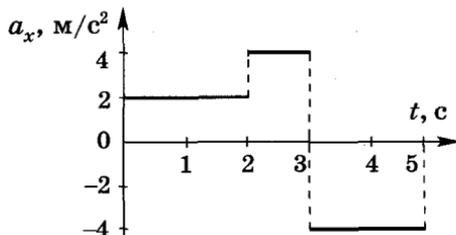
- 1 По графику проекции скорости построить график проекции ускорения и график проекции перемещения тела.



- 2 Докажите, что при прямолинейном равноускоренном движении проекции перемещения s_x тела за последовательные равные промежутки времени, образуют арифметическую прогрессию.
- 3 Из пунктов A и B , расстояние между которыми l , движутся в одном направлении два тела со скоростями v_1 и v_2 , причем из точки B тело начало двигаться спустя время t_0 после начала движения тела из точки A . Через какое время встретятся тела?
- 4 Тело, свободно падая с некоторой высоты, последние 200 м пролетело за 4 с. Сколько времени падает тело? Чему равна начальная высота?

ВАРИАНТ 3

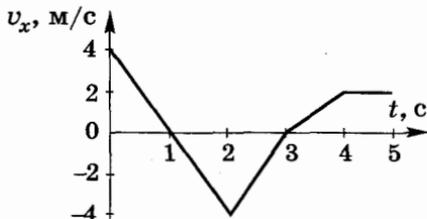
- 1 По графику проекции ускорения движущегося тела построить графики проекции скорости и проекции перемещения, если начальная скорость равна 1 м/с.



- 2 Докажите, что при прямолинейном равноускоренном движении без начальной скорости выполняется «закон нечетных чисел»: пути, проходимые телом за последовательные равные промежутки времени, относятся, как последовательные нечетные числа: $s_1 : s_2 : \dots : s_n = 1 : 3 : \dots : (2n - 1)$.
- 3 Из старинной пушки, ствол которой установлен под углом 45° к горизонту, выпущено ядро со скоростью 141 м/с. Найдите проекции начальной скорости на горизонтальное и вертикальное направления. Вычислите, через какое время ядро упадет на землю. Вычислите дальность его полета.
- 4 Тело бросают вертикально вверх. Каковы начальная скорость и время движения, если на высоте h тело побывало дважды с интервалом t_0 ?

ВАРИАНТ 4

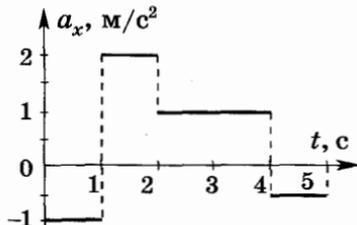
- 1 По графику проекции скорости построить график проекции ускорения и график проекции перемещения тела.



- 2 Двигаясь вертикально вверх, тело каждую секунду проходит 1 м. Можно ли утверждать, что оно движется прямолинейно равномерно со скоростью 1 м/с?
- 3 Мальчик ныряет в воду с крутого берега высотой 5 м, имея после разбега скорость 6 м/с, направленную горизонтально. Каковы модуль и направление скорости мальчика при достижении им поверхности воды?
- 4 Два тела брошены вертикально вверх из одной и той же точки с одинаковой начальной скоростью 20 м/с с интервалом времени 0,5 с. Через какое время после бросания второго тела и на какой высоте встретятся тела?

ВАРИАНТ 5

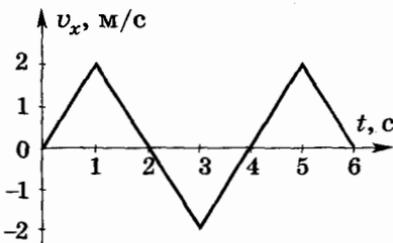
- 1 По графику проекции ускорения построить график проекции скорости и график проекции перемещения тела, если начальная скорость равна 2 м/с.



- 2 Автомобиль прошел за первую секунду 1 м, за вторую секунду 2 м, за третью секунду 3 м, за четвертую секунду 4 м и т. д. Можно ли считать такое движение равноускоренным?
- 3 Дальность полета тела, брошенного горизонтально со скоростью 10 м/с, равна высоте бросания. С какой высоты было брошено тело?
- 4 Два камня находятся на одной вертикали на расстоянии 10 м друг от друга. В некоторый момент «верхний» камень бросают вниз со скоростью 20 м/с, а «нижний» отпускают. Через какое время камни столкнутся?

ВАРИАНТ 6

- 1 По графику проекции скорости построить график проекции ускорения и график проекции перемещения тела.



- 2 Докажите, что скорость равнопеременного движения в середине произвольного интервала времени равна полусумме начальной и конечной скорости на этом интервале времени.
- 3 Двигаясь равноускоренно, тело проходит за 5 с путь 30 см, а за следующие 5 с — расстояние 80 см. Определите начальную скорость и ускорение тела.
- 4 Тело свободно падает с высоты 180 м. Разделите это расстояние на такие участки, чтобы тело проходило их за равные отрезки времени.

ДИНАМИКА

Самостоятельная
работа

14

ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Начальный уровень

1. Может ли шайба, брошенная хоккеистом, двигаться равномерно по льду?
2. Почему стоящему в движущейся лодке человеку трудно сохранить равновесие, если лодка внезапно останавливается?
3. Почему нельзя перебежать улицу перед близко идущим транспортом? В чем причина того, что водитель не может сразу остановить автомашину?
4. Может ли автомобиль двигаться равномерно по горизонтальному шоссе с выключенным двигателем? Ответ объясните.
5. Назовите силы, действие которых компенсируется в следующих случаях: 1) айсберг плавает в океане; 2) камень лежит на дне ручья; 3) подводная лодка равномерно и прямолинейно дрейфует в толще воды.
6. Почему при встряхивании медицинского термометра столбик ртути опускается?
7. Назовите силы, действие которых компенсируется в следующих случаях: 1) парашютист спускается на землю равномерно и прямолинейно; 2) аэростат равномерно и прямолинейно поднимается вверх; 3) аэростат удерживается у земли канатами.
8. Почему груз, сброшенный с транспортного самолета, не падает вниз вертикально?

Средний уровень

1. На столе лежит брусок. Какие силы действуют на него? Почему брусок покоится? Изобразите силы графически.
2. Парашютист спускается, двигаясь равномерно и прямолинейно. Действие каких сил компенсируется? Сделайте чертёж.

3. Почему при сплаве леса большое количество бревен выбрасывается на берег на поворотах реки?
4. Шарик висит на нити. Какие силы действуют на шарик? Почему он покоится? Изобразите силы графически.
5. Что произойдет с бруском и почему, если тележку, на которой он стоит, резко дернуть вперед? Резко остановить?
6. Поезд подходит к станции и замедляет свое движение. В каком направлении в это время легче тащить тяжелый ящик по полу вагона: по ходу поезда или в обратную сторону?
7. К потолку каюты корабля, идущего равномерно и прямолинейно, подвешен груз. Как будет двигаться груз относительно каюты, если корабль будет: увеличивать свою скорость? замедлять ее? повернет влево?
8. Как можно сбросить капли воды с плаща, используя инерцию при движении?

Достаточный уровень

1. На полу вагона лежит мяч. Поезд трогается, мяч катится при этом по полу вагона. Укажите тело отсчета, относительно которого верен закон инерции, и тело отсчета, относительно которого этот закон не выполняется.
2. С помощью двух одинаковых воздушных шаров поднимают из состояния покоя разные тела. По какому признаку можно заключить, у какого из этих тел большая масса?
3. Лисица, убегая от преследующей ее собаки, часто спасается тем, что делает резкие внезапные движения в сторону как раз в тот момент, когда собака готова схватить ее зубами. Почему собака при этом промахивается?
4. Почему бегущий человек, стремясь быстро и круто обогнуть столб или дерево, обхватывает его рукой?
5. При каком условии пароход, плывущий против течения, будет иметь постоянную скорость?
6. Какими способами насаживают топор на рукоятку? Как объяснить происходящие при этом явления?
7. Почему с размаху легче расколоть полено топором?
8. На книгу, лежащую на столе, поставили утюг. Книга сохраняет состояние покоя несмотря на то, что на нее действует вес утюга. Нет ли здесь противоречия с первым законом Ньютона?

Высокий уровень

1. Система отсчета жестко связана с лифтом. В каких из приведенных ниже случаях систему отсчета можно считать инерциальной? Лифт: 1) свободно падает; 2) движется равномерно вверх; 3) движется ускоренно вверх; 4) движется замедленно вверх; 5) движется равномерно вниз.
2. Может ли одно и то же тело в одной системе отсчета сохранять свою скорость, а в другой — изменять? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.
3. Система отсчета связана с автомобилем. Будет ли она инерциальной, если автомобиль движется: 1) равномерно и прямолинейно по горизонтальному шоссе; 2) ускоренно по горизонтальному шоссе; 3) равномерно поворачивая; 4) равномерно в гору; 5) равномерно с горы; 6) ускоренно с горы?
4. Строго говоря, связанная с Землей система отсчета не является инерциальной. Обусловлено ли это: а) тяготением Земли; б) вращением Земли вокруг своей оси; в) движением Земли вокруг Солнца?
5. Если закон инерции выполняется в некоторой системе отсчета, будет ли он выполняться в другой системе отсчета, которая движется относительно первой поступательно, прямолинейно и равномерно?
6. Поезд движется относительно Земли прямолинейно равномерно, а относительно автомобиля — равноускоренно. Является ли инерциальной система отсчета «автомобиль»? Поясните свой ответ.
7. Автомобиль равномерно движется по кольцевой трассе. Является ли связанная с ним система отсчета инерциальной?
8. Изменяется ли при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую перемещение тела? Путь? Скорость? Ускорение? Изменяются ли эти величины при переходе из инерциальной системы отсчета в неинерциальную?

Самостоятельная
работа

15

СИЛА. ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Начальный уровень

1. От чего зависит ускорение тела?
2. Каково максимальное и минимальное значения модуля равнодействующей сил 20 Н и 30 Н?

3. Как движется тело, когда векторная сумма действующих на него сил равна нулю?
4. На тело в горизонтальном направлении действуют две силы — 3 Н и 5 Н. Изобразите эти силы. Сколько вариантов рисунка вы можете сделать?
5. Почему падение с некоторой высоты на мерзлую землю опасней, чем на рыхлый снег?
6. На тело вдоль вертикали действуют две силы 5 Н и 10 Н. Изобразите эти силы. Сколько вариантов рисунка вы можете сделать?
7. Почему нагруженный автомобиль на булыжной мостовой движется более плавно, чем такой же автомобиль без груза?
8. Под действием какой силы тело массой 1 кг приобретет ускорение 1 м/с^2 ?

Средний уровень

1. Определите силу, под действием которой тело массой 500 г движется с ускорением 2 м/с^2 .
2. С каким ускорением движется при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?
3. Определите массу футбольного мяча, если после удара он приобрел ускорение 500 м/с^2 , а сила удара была равна 420 Н.
4. Какая сила сообщает телу массой 5 кг ускорение 4 м/с^2 ?
5. Сила 60 Н сообщает телу ускорение $0,8 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщает этому телу ускорение 2 м/с^2 ?
6. Мяч массой 0,5 кг после удара, длящегося 0,02 с, приобретает скорость 10 м/с. Найдите среднюю силу удара.
7. На тело массой 500 г действуют две силы, направленные в противоположные стороны: 10 Н и 8 Н. Определите модуль и направление ускорения.
8. На тело массой 5 кг вдоль одной прямой действуют две силы: 12 Н и 8 Н. Определите ускорение этого тела в случаях: а) угол между ними составляет 0° ; б) угол между ними — 180° .

Достаточный уровень

1. Снаряд массой 15 кг при выстреле приобретает скорость 600 м/с. Найдите среднюю силу, с которой пороховые газы давят на снаряд,

если длина ствола орудия 1,8 м. Движение снаряда в стволе считайте равноускоренным.

2. Водитель автомобиля начал тормозить, когда машина находилась на расстоянии 200 м от заправочной станции и двигалась к ней со скоростью 20 м/с. Какова должна быть сила сопротивления движению, чтобы автомобиль массой 1000 кг остановился у станции?
3. Под действием силы 150 Н тело движется прямолинейно так, что его координата изменяется по закону $x = 100 + 5t + 0,5t^2$. Какова масса тела?
4. Покоящаяся хоккейная шайба массой 250 г после удара клюшкой, длящегося 0,02 с, скользит по льду со скоростью 30 м/с. Определите среднюю силу удара.
5. Найдите проекцию силы F_x , действующей на тело массой 500 кг, если тело движется прямолинейно и его координата изменяется по закону $x = 20 - 10t + t^2$.
6. Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска с горы скорость 10 м/с, остановился через 40 с после окончания спуска. Определите модуль силы сопротивления движению.
7. Самолет массой 30 т касается посадочной полосы при скорости 144 км/ч. Какова сила сопротивления движению, если самолет до остановки пробегает по полосе 800 м?
8. Груз массой 50 кг поднимают равноускоренно вертикально вверх при помощи каната в течение 2 с на высоту 5 м. Начальная скорость груза была равна нулю. С какой силой действует канат на груз если земля притягивает груз силой 500 Н?

Высокий уровень

1. а) Может ли равнодействующая трех равных по модулю сил, приложенных в одной точке, быть равной нулю?
б) Покоящееся тело массой 400 г под действием силы 8 Н приобрело скорость 36 км/ч. Найти путь, который прошло тело.
2. а) При каком условии тело движется с постоянным ускорением?
б) Какую скорость приобрело покоящееся тело массой 500 г, если под действием силы 5 Н оно прошло путь в 80 см?
3. а) Скорость материальной точки изменяется по закону $v_x = 5 - 3t$ под действием силы 6 Н. Какова масса материальной точки?

- б) Найдите начальную скорость тела массой 600 г, если под действием силы 8 Н на расстоянии 120 см оно достигло скорости 6 м/с, двигаясь прямолинейно.
4. а) Скорость автомобиля изменяется по закону $v_x = 10 + 0,5t$. Каков модуль равнодействующей силы, действующей на автомобиль, если его масса равна 1,5 т.
- б) Тело массой 400 г, двигаясь прямолинейно с некоторой начальной скоростью, за 5 с под действием силы 0,6 Н приобрело скорость 10 м/с. Найдите начальную скорость тела.
5. а) Найдите модуль равнодействующей трех сил, по 200 Н каждая, если углы между первой и второй силами и между второй и третьей силами равны 60° . Все три силы лежат в одной плоскости.
- б) На тело массой 100 г в течение 2 с действовала сила 5 Н. Определите модуль перемещения, если движение прямолинейное.
6. а) На парашютиста массой 90 кг в начале прыжка действует сила натяжения лямок, проекции которой на оси координат x и y равны 300 Н и 500 Н. Найдите модуль равнодействующей всех сил, действующих на парашютиста.
- б) Шарик массой 500 г скатывался с наклонной плоскости длиной 80 см, имея начальную скорость 2 м/с. Определите, какую скорость имел шарик в конце наклонной плоскости, если равнодействующая всех сил, действующих на шарик, равна 10 Н.

*Самостоятельная
работа* **16**

ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Начальный уровень

1. Приведите примеры проявления третьего закона Ньютона.
2. Приведите примеры, показывающие, что силы, возникающие в результате взаимодействия двух тел, одинаковы по своей природе.
3. Что можно сказать о модулях сил, возникающих при взаимодействии двух тел? Обоснуйте свой ответ.

4. О ветровое стекло движущегося автомобиля ударился комар. Сравнить силы, действующие на комара и автомобиль во время удара.
5. Лежащая на столе книга давит на него с некоторой силой. Стол действует на книгу с такой же силой, направленной вверх. Можно ли найти равнодействующую этих сил?
6. Как объяснить явление отдачи при выстреле?

Средний уровень

1. Два мальчика растягивают динамометр. Каждый прилагает силу 80 Н. Что покажет динамометр?
2. Что можно сказать об ускорении, которое получает Земля при взаимодействии с идущим по ней человеком? Ответ обоснуйте.
3. Двое мальчиков тянут шнур в противоположные стороны, каждый с силой 200 Н. Разорвется ли шнур, если он может выдержать нагрузку 300 Н?
4. Барон Мюнхгаузен утверждал, что вытащил сам себя из болота за волосы. Обоснуйте невозможность этого.
5. Разорвется ли веревка, которая может выдержать силу натяжения 150 Н, если двое тянут за веревку в разные стороны с силой по 120 Н?
6. Сначала двое тянут веревку в разные стороны с силой по 100 Н, затем, привязав веревку к стене, тянут ее вдвоем за свободный конец, каждый с той же силой. Одинаковая ли сила натяжения действует на веревку в обоих случаях?

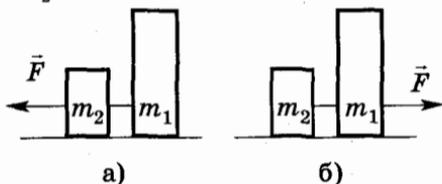
Достаточный уровень

1. К пружине динамометра, который может скользить без трения по столу, приложили силу 20 Н. Что покажет динамометр?
2. Можно ли плыть на парусной лодке, направляя на паруса поток воздуха от мощного вентилятора, находящегося на лодке? Что случится, если дуть мимо паруса?
3. Теплоход при столкновении с лодкой может потопить ее без всяких для себя повреждений. Как это согласуется с равенством модулей сил взаимодействия?
4. В каком случае натяжение каната будет больше: 1) два человека тянут канат за концы с силами F , равными по модулю,

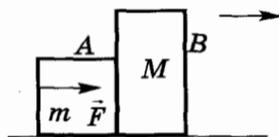
- но противоположными по направлению; 2) один конец каната прикреплен к стене, а другой конец человек тянет с силой $2F$?
- Почему лодка не сдвигается с места, когда человек, находящийся в ней, давит на борт, и приходит в движение, если человек выйдет из лодки и будет толкать ее с такой же силой?
 - На весах уравновешен неполный стакан с водой. Нарушится ли равновесие весов, если в воду погрузить карандаш и держать его в руке, не касаясь стакана?

Высокий уровень

- Лошадь тянет груженую телегу. По третьему закону Ньютона сила, с которой лошадь тянет телегу, равна силе, с которой телега тянет лошадь. Почему же все-таки телега движется за лошадью?
- Через неподвижный блок перекинута веревка. На одном конце веревки, держась руками, висит человек, а на другом — груз. Вес груза равен весу человека. Что произойдет, если человек будет на руках подтягиваться вверх по веревке?
- Лебедь, рак и щука в известной басне Крылова тянут воз с одинаковыми по модулю силами. Результат известен. Как были направлены эти силы?
- Трактор тянет сеялку. По третьему закону Ньютона сила, с которой трактор действует на сеялку равна силе, с которой сеялка действует на трактор. Почему же сеялка движется за трактором, а не наоборот?
- В каком случае сила натяжения нити между брусками больше? Почему? $m_1 > m_2$. Трением пренебречь.



- Два бруска с заданными массами m и M движутся по горизонтальной поверхности без трения. Сила \vec{F} приложена к бруску A . С какой силой брусок A действует на брусок B ?



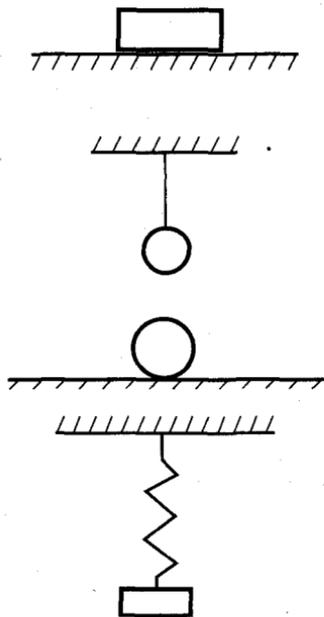
**СИЛА УПРУГОСТИ.
ЗАКОН ГУКА**

Начальный уровень

1. В каких случаях возникает сила упругости?
2. От чего зависит модуль силы упругости?
3. Как зависит сила упругости от величины деформации тела?
4. От чего зависит жесткость пружины?
5. Какие существуют основные виды деформаций?
6. Какого рода деформации испытывают следующие тела: а) ножки стола; б) подвес люстры; в) доска, перекинута через канаву?

Средний уровень

1. Покажите на рисунке силу упругости, возникающую в бруске, лежащем на столе, и силу упругости стола. Что можно сказать о величине и направлении этих сил?
2. На нити висит шар. Покажите на рисунке силу упругости шара и силу упругости нити. Что можно сказать о величине и направлении этих сил?
3. На столе лежит шар. Покажите на рисунке силу упругости, возникающую в шаре, и силу упругости стола. Что можно сказать о величине и направлении этих сил?
4. На пружине висит груз. Покажите на рисунке силу упругости груза и силу упругости пружины. Что можно сказать о величине и направлении этих сил?



5. Горизонтально летящий мяч ударяется о стену. Покажите на рисунке силу упругости мяча и силу упругости стены. Что можно сказать о величине и направлении этих сил?



6. Под действием какой силы пружина, имеющая коэффициент жесткости 10000 Н/м , сжалась на 4 см ?
7. Чему равен коэффициент жесткости стержня, если под действием силы 1000 Н он удлинился на 1 мм ?
8. Определите удлинение пружины, если на нее действует сила 10 Н , а коэффициент жесткости пружины равен 500 Н/м .

Достаточный уровень

1. На сколько удлинится рыболовная леска (коэффициент жесткости $0,5 \text{ кН/м}$) при равномерном поднимании вертикально вверх рыбы массой 200 г ?
2. Найдите абсолютное удлинение троса с коэффициентом жесткости 100 кН/м при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$.
3. Пружина с коэффициентом жесткости 100 Н/м под действием некоторой силы удлинилась на 5 см . Каков коэффициент жесткости другой пружины, которая под действием той же силы удлинилась на 1 см ?
4. Пружина одним концом прикреплена к бруску массой $0,6 \text{ кг}$, покоящемуся на гладком горизонтальном столе. Свободный конец пружины стали перемещать прямолинейно вдоль стола с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Определите коэффициент жесткости пружины, если она растянулась на 2 см . Массой пружины пренебречь.
5. Каково удлинение горизонтальной пружины жесткостью 50 Н/м , если пружина сообщает тележке массой 500 г горизонтальное ускорение 2 м/с^2 ? Трение не учитывайте.
6. Пружину, на которую подвесили груз массой $0,4 \text{ кг}$, за свободный конец поднимают вертикально вверх с ускорением $0,8 \text{ м/с}^2$. Жесткость пружины 250 Н/м . Пренебрегая массой пружины, определите, на сколько увеличилась ее длина по сравнению

с недеформированным состоянием. Какую скорость приобретет этот груз через 5 с от начала движения?

Высокий уровень

1. Два одинаковых груза массой 0,2 кг каждый соединены пружиной, жесткость которой 230 Н/м. На сколько растянется пружина, если за один груз тянуть всю систему вертикально вверх силой 4,6 Н? Массой пружины пренебречь.
2. Жесткость резинового жгута k . Какова жесткость такого же жгута, сложенного пополам? Ответ обоснуйте.
3. Коэффициент жесткости данного куска проволоки равен k . Чему равен коэффициент жесткости половины этого куска проволоки? Ответ обоснуйте.
4. Коэффициент жесткости резинового жгута 40 Н/м. Каков коэффициент жесткости того же жгута, сложенного пополам?
5. Пружины жесткостями 100 Н/м и 300 Н/м соединили: а) параллельно; б) последовательно. Пружиной какой жесткости можно заменить такую систему пружин?
6. Тело массой m падает на вертикальную пружину, стоящую на горизонтальной опоре, имея при столкновении с ней скорость \bar{v}_0 . Остановив тело, пружина давит на опору. Как зависит сила максимального давления F пружины на опору от жесткости пружины k .

Самостоятельная
работа

18

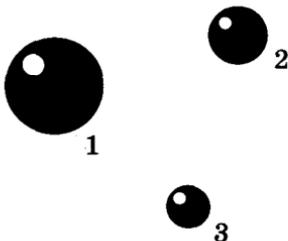
ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

Начальный уровень

1. Какая сила заставляет Землю и другие планеты двигаться вокруг Солнца?
2. В каких из указанных ниже случаев силу всемирного тяготения можно вычислить по формуле $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$, где m_1, m_2 —

массы взаимодействующих тел; R — расстояние между ними: а) Земля — Солнце; б) два стоящих рядом автомобиля; в) Земля и воздушный шар?

3. Если массу одного из тел увеличить, например вдвое, а расстояние между телами сохранить прежним, то изменится ли сила тяготения между ними? Если изменится, то как?
4. Изобразите схематично Землю и Луну. Отметьте на этом рисунке силы всемирного тяготения, которые действуют между этими телами. Как направлены эти силы? К каким телам приложены? Что можно сказать о величине этих сил?
5. Между какими из трех шариков сила тяготения наибольшая? Наименьшая? Шарики изготовлены из одинакового материала, расстояния между ними одинаковые.
6. Притягивается ли Земля к висящему на ветке яблоку?



Средний уровень

1. С какой силой притягивается к Земле тело массой 40 кг, находящееся на высоте 400 км от поверхности Земли? Радиус Земли принять равным 6400 км.
2. Каково расстояние между однородными шарами массой 100 кг каждый, если они притягиваются друг к другу с силой, равной 0,01 Н?
3. Оцените силу, с которой притягиваются два вагона массой по 80 т каждый, если расстояние между ними 1000 м?
4. Космический корабль массой 8 т приблизился к орбитальной космической станции массой 20 т на расстояние 500 м. Найдите силу их взаимного притяжения.
5. Два одинаковых шарика находятся на расстоянии 0,1 м друг от друга и притягиваются с силой $6,67 \cdot 10^{-15}$ Н. Какова масса каждого шарика?
6. На каком расстоянии сила притяжения между двумя телами массой по 1000 кг каждое будет равна $6,67 \cdot 10^{-9}$ Н?

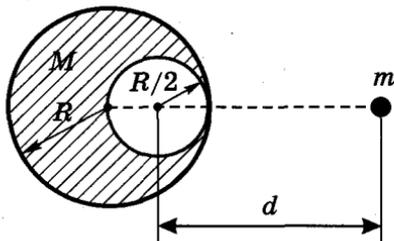
Достаточный уровень

1. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к Земле в 100 раз меньше, чем на ее поверхности?
2. Определите ускорение свободного падения на Луне, если масса Луны $7,3 \cdot 10^{22}$ кг. Радиус Луны принять равным 1700 км.
3. Определите ускорение свободного падения на высоте, равной радиусу Земли.
4. На каком расстоянии от поверхности Земли ускорение свободного падения равно 1 м/с^2 ?
5. На какой высоте над поверхностью Земли сила тяготения уменьшается на 10 %? Радиус Земли считать равным 6400 км.
6. Космическая станция запущена на Луну. На каком расстоянии от центра Земли станция будет притягиваться Землей и Луной с одинаковой силой? Считать, что масса Земли больше массы Луны в 81 раз, а расстояние между их центрами равно 60 земным радиусам.
7. Оцените массу Солнца, считая расстояние до Солнца равным $1,5 \times 10^8$ км.
8. Найдите массу и среднюю плотность Земли. Радиус Земли принять равным 6400 км.

Высокий уровень

1. Вычислите отношение масс Солнца и Земли по таким данным: Луна совершает 13 обращений в течение года; среднее расстояние от Солнца до Земли в 390 раз больше расстояния от Луны до Земли.
2. При какой продолжительности суток тела на экваторе Земли весили бы в два раза меньше, чем на полюсе?
3. Период обращения Луны вокруг Земли равен 27 суткам. Считая орбиту Луны окружностью, определите радиус орбиты Луны.
4. На экваторе некоторой планеты тела весят втрое меньше, чем на полюсе. Период обращения этой планеты вокруг своей оси равен 55 мин. Определите среднюю плотность планеты. Планету считать однородным шаром.

- Определите радиус планеты, у которой на экваторе вес тела на 20 % меньше, чем на полюсе. Масса планеты равна $6 \cdot 10^{24}$ кг, продолжительность суток — 24 часа.
- Определите минимальный период обращения спутника нейтронной звезды, плотность вещества которой 10^{17} кг/м³.
- Найдите радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли, имеющего период обращения 1 сутки.
- Найдите силу F притяжения маленького шарика массой m и большого однородного шара массой M , в котором имеется сферическая полость (см. рисунок).



**Самостоятельная
работа** 19

**СИЛА ТЯЖЕСТИ.
ВЕС ТЕЛА¹**

Начальный уровень

- Почему падают на землю капли дождя, крупинки града?
- Имеет ли вес гири, висящая на нити? Чему будет равен вес гири, если нить перерезать?
- Какая сила вызывает приливы и отливы в морях и океанах Земли?
- Имеет ли вес брусок, лежащий на столе? Падающий со стола?
- Какая сила вызывает образование камнепадов в горах?
- Имеют ли вес жидкости и газы?
- Стальной шар перенесли с поверхности стола в стакан с водой. Изменилась ли при этом сила тяжести, действующая на шар?
- Обладает ли весом шар, плавающий на поверхности воды?

¹ Считайте, что $g = 10$ м/с².

Средний уровень

1. Какая сила тяжести действует у поверхности земли на человека массой 60 кг?
2. Брусок давит на поверхность стола с силой 50 Н. Как называется эта сила? Больше она или меньше, чем сила тяжести бруска? Какова масса этого бруска?
3. Какова масса тела, на которое у поверхности земли действует сила тяжести 25 кН?
4. Сколько весит бензин объемом 25 л? Изобразите графически эту силу.
5. Какого объема алюминиевый брусок надо взять, чтобы действующая на него сила тяжести вблизи поверхности земли была равна 270 Н?
6. Какая сила тяжести действует на медный брусок размером $10 \times 8 \times 5$ см?
7. Сосуд объемом 20 л наполнили жидкостью. Какая это может быть жидкость, если ее вес равен 160 Н?
8. На медный шар объемом 120 см³ действует сила тяжести 8,5 Н. Сплошной этот шар или полый?

Достаточный уровень

1. а) Может ли падающий камень удариться о землю с силой, превышающей его вес?
б) Космическая ракета при старте с поверхности Земли движется вертикально с ускорением 20 м/с². Найдите вес летчика-космонавта в кабине, если его масса 90 кг.
2. а) Почему сила тяжести на экваторе Земли меньше, чем на ее полюсах?
б) Ракета поднимается вертикально вверх с ускорением $a = 3g$. Каков будет в ней вес тела массой 10 кг? Какая сила тяжести действует на тело вблизи поверхности земли?
3. а) Есть ли вес у дерева, растущего во дворе?
б) Космический корабль на некотором участке вблизи поверхности Земли движется вертикально вверх с ускорением 40 м/с². С какой силой давит космонавт на кресло кабины, если масса космонавта 70 кг? Какова сила тяжести, действующая на него?

4. а) Действует ли сила тяжести на летящего в воздухе стрижа?
б) Парашютист, достигнув в затыжном прыжке скорости 55 м/с, раскрыл парашют, после чего за 2 с его скорость уменьшилась до 5 м/с. Найдите вес парашютиста во время торможения, если его масса 80 кг.
5. а) К какому телу приложен вес мухи, ползущей по потолку?
б) Чему будет равен вес груза массой 100 кг при равноскоренном подъеме его в лифте, если известно, что лифт достиг скорости 3 м/с, пройдя путь 18 м?
6. а) В сосуде с водой находятся два бруска одинаковой массы — деревянный и медный. На какой из брусков действует большая сила тяжести?
б) С какой силой давит человек массой 70 кг на пол лифта, движущегося с ускорением 1 м/с^2 , направленным: 1) вверх; 2) вниз? С каким ускорением должен двигаться лифт, чтобы человек не давил на пол?
7. а) Тело массой 2 кг висит на нити. Чему равны сила тяжести, действующая на тело, и вес тела? К чему приложена каждая из этих сил? Изобразите эти силы на чертеже. Чему будут равны вес тела и сила тяжести, если нить перерезать?
б) На какой высоте над Землей сила тяжести, действующая на тело массой 3 кг, равна 15 Н?
8. а) На вытянутой ладони покоится тело массой 5 кг. Чему равны сила тяжести и вес этого тела? К чему приложена каждая из этих сил? Изобразите их на чертеже. Чему будут равны вес и сила тяжести, действующая на тело, если ладонь выдернуть?
б) Определите силу тяжести, действующую на тело массой 12 кг, поднятое над Землей на расстояние, равное трети земного радиуса.

Высокий уровень

1. а) Может ли мальчик массой 40 кг давить на пол с силой 600 Н? Приведите пример, подтверждающий ваш ответ.
б) На какой высоте над поверхностью Земли сила тяжести тела будет в два раза меньше, чем на ее поверхности?
2. а) Когда на нас действует большая сила притяжения к Солнцу — в новогоднюю ночь или днем 1 января? Орбиту Земли считайте круговой.

- б) Какой продолжительности должны быть сутки на Земле, чтобы тела на экваторе были невесомы?
3. а) Находится ли в состоянии невесомости космонавт: 1) в кабине космического корабля при полете по орбите; 2) при выходе в открытый космос?
- б) Какую перегрузку испытывает космонавт, вращающийся в горизонтальной плоскости на центрифуге диаметром 12 м с угловой скоростью 4,04 рад/с?
4. а) Чем характеризуется состояние перегрузки? В чем оно проявляется?
- б) Космический корабль массой 10^6 кг начинает подниматься вертикально вверх. Сила тяги его двигателей $2,94 \cdot 10^7$ Н. Определите ускорение корабля и вес тела, находящегося в нем, если на Земле на тело действует сила тяжести $5,88 \cdot 10^2$ Н.
5. а) Аквалангист полностью погружен в воду. Можно ли утверждать, что аквалангист находится в состоянии невесомости?
- б) Космонавты тренируются на перегрузки в специальных центрифугах. За какое время должна совершить один оборот центрифуга, чтобы космонавт, находящийся на расстоянии 3 м от вертикальной оси вращения, испытывал тройную перегрузку?
6. а) В какие этапы полета космонавт испытывает перегрузки?
- б) К какому уменьшению веса тела на экваторе по сравнению с полюсом приводит вращение Земли? В каком направлении вдоль экватора и с какой скоростью должен лететь самолет, чтобы на нем этот эффект не наблюдался?
7. а) Испытывает ли бегущий человек состояния невесомости и перегрузки?
- б) Какую перегрузку испытывает водитель, если автомобиль с места набирает скорость 180 км/ч за 10 с?
8. а) Действует ли выталкивающая сила на тело, погруженное в жидкость, в состоянии невесомости? Ответ обоснуйте.
- б) Во сколько раз уменьшилась сила притяжения космонавта к Земле, после того как стартовавший с Земли космический корабль перешел на круговую околоземную орбиту на высоте 200 км? Как изменился вес космонавта?

СИЛЫ ТРЕНИЯ

Начальный уровень

1. Приведите примеры, когда трение вредно и когда полезно.
2. Назовите известные вам способы уменьшения трения; увеличения трения.
3. Когда возникают силы трения покоя? силы трения скольжения? силы трения качения?
4. Какой вид трения возникает между приводным ремнем и шкивом при его вращении?
5. Почему коэффициент трения – безразмерная величина?
6. На столике в вагоне поезда лежат коробка конфет и яблоко. Почему в начале движения яблоко покатилося назад (относительно вагона), а коробка конфет осталась на месте?

Средний уровень

1. Вагонетка с грузом весит 3 кН. Какая сила необходима для равномерного движения вагонетки, если сила трения составляет 0,005 веса вагонетки с грузом?
2. При помощи динамометра ученик перемещал равномерно деревянный брусок массой 200 г по горизонтально расположенной доске. Каков коэффициент трения, если динамометр показывал 0,6 Н?
3. Вес деревянного ящика 400 Н. Чтобы его сдвинуть с места, потребовалось приложить силу 200 Н. Определите коэффициент трения.
4. Коэффициент трения между железной осью и бронзовым вкладышем подшипника без смазки равен 0,18. Сила, прижимающая вкладыш, 10000 Н. Какова в этом случае сила трения?
5. Определите силу тяги, развиваемую тепловозом при равномерном движении по горизонтальному пути, если коэффициент трения 0,03, а сила давления тепловоза на рельсы $25 \cdot 10^6$ Н.

6. Брусок тянут по столу, прикладывая горизонтальную силу 1 Н. Какова масса бруска, если он движется равномерно и коэффициент трения между бруском и столом равен 0,2?

Достаточный уровень

1. а) Действует ли сила трения на неподвижный автомобиль?
б) С каким максимальным ускорением может двигаться автомобиль, если коэффициент трения равен 0,3?
2. а) Идущий человек ускоряет ход. Какая сила вызывает изменение скорости человека?
б) Деревянный брусок массой 2 кг тянут равномерно по деревянной доске, расположенной горизонтально, с помощью пружины жесткостью 100 Н/м. Коэффициент трения равен 0,3. Найдите удлинение пружины.
3. а) Может ли сила трения, действующая на тело, находящееся на наклонной плоскости, быть направлена вдоль склона вниз? Приведите пример, подтверждающий ваш ответ.
б) Через какое время после начала аварийного торможения остановится автобус, движущийся со скоростью 12 м/с, если коэффициент трения равен 0,4?
4. а) Может ли сила трения разогнать тело?
б) Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска скорость 10 м/с, останавливается через 40 с после окончания спуска. Определите силу трения и коэффициент трения.
5. а) Какая сила разгоняет автомобиль, когда водитель нажимает педаль газа?
б) Какова начальная скорость шайбы, пущенной по поверхности льда, если она остановилась, пройдя 40 м? Коэффициент трения шайбы о лед 0,05.
6. а) При езде по хорошей дороге шины туго накачивают. Для чего это делают?
б) Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горки, проехал по горизонтальной дороге до остановки путь 20 м за 10 с. Найдите силу трения и коэффициент трения.
7. а) Почему на размытой дождем грунтовой дороге нагруженный автомобиль буксует меньше, чем ненагруженный?

- б) Стальной магнит массой 50 г прилип к вертикально расположенной стальной плите. Для скольжения магнита вниз прикладывают силу 1,5 Н. С какой силой магнит прижимается к плите? Какую силу надо приложить, чтобы равномерно перемещать магнит вертикально вверх? Коэффициент трения равен 0,2?
8. а) Чем объяснить, что при буксовании колес тепловоза или автомобиля сила тяги значительно падает?
- б) На покоящееся тело массой 0,5 кг действует горизонтальная сила 0,2 Н. В противоположном направлении действует сила F . Коэффициент трения между телом и горизонтальной плоскостью 0,1. Изобразите графически зависимость силы трения от силы F .

Высокий уровень

1. На столе лежит стопка из 10 одинаковых книг. Что легче: сдвинуть пять верхних или вытянуть из стопки четвертую сверху книгу? Ответ объяснить.
2. На столе лежат один на другом четыре одинаковых бруска. Нижний приклеен к столу. В каком случае надо приложить большую силу: чтобы сдвинуть три верхних бруска вместе или чтобы вытащить второй сверху, придерживая остальные?
3. Коэффициент трения скольжения ящика массой 100 кг о пол равен 0,2. Ящик тянут за веревку, которая образует угол 30° с горизонтом. Какую силу надо прикладывать, чтобы ящик двигался равномерно? Какова при этом сила трения скольжения?
4. Тело массой 10 кг тянут по горизонтальной поверхности, прикладывая силу 50 Н, направленную под углом 30° к горизонту. Ускорение тела равно $3,5 \text{ м/с}^2$. Найдите коэффициент трения между телом и поверхностью.
5. На покоящееся тело массой 2 кг подействовали силой, направленной вверх под углом 30° к горизонту. После начала движения тело за 5 с прошло 25 м. Найти значение действующей силы, если коэффициент трения равен 0,02.
6. Груз массой 45 кг перемещается по горизонтальной поверхности под действием силы 294 Н, направленной вверх под углом

30° к горизонту. Коэффициент трения груза о плоскость 0,1. Определите ускорение тела.

7. На обледеневшем участке шоссе коэффициент трения между колесами и дорогой в десять раз меньше, чем на необледеневшем. Во сколько раз нужно уменьшить скорость автомобиля, чтобы тормозной путь на обледеневшем участке шоссе остался прежним?
8. Чтобы сдвинуть с места тяжелый прицеп, нужно приложить к нему горизонтальную силу 6 кН. Автомобиль массой 3 т не смог сдвинуть прицеп с места; однако это удалось сделать после того, как в кузов автомобиля поместили груз массой 1 т. При каком значении коэффициента трения покоя между колесами автомобиля и дорогой такое возможно? Все колеса автомобиля ведущие.

ОСНОВЫ ДИНАМИКИ*Начальный уровень***ВАРИАНТ 1**

- 1 Автомобиль движется равномерно по горизонтальному участку дороги. Какие силы действуют на него в этом случае?
- 2 Объем бензина в баке автомашины увеличился в 2 раза. Как изменился при этом вес бензина?
- 3 Одинаковые ли упругие силы могут развивать рессоры легковых и грузовых автомашин? Почему?

ВАРИАНТ 2

- 1 Почему, прыгнув с высоты третьего этажа на натянутый брезент, можно остаться невредимым?
- 2 Масса первого бруска в пять раз больше, чем масса второго. На какой брусок действует большая сила тяжести и во сколько раз?
- 3 Почему санки легче тянуть по снегу, чем по земле?

ВАРИАНТ 3

- 1 Упавший на пол мяч отскочил вверх. Какие силы действовали на мяч, когда он падал и когда отскакивал? Почему мяч с проколом не отскакивает?
- 2 На пружину подвесили груз весом 10 Н. Какова величина силы упругости, возникшей в пружине? Объясните, почему вы так считаете.
- 3 На ленте транспортера лежит груз. Изобразите силы, действующие на груз со стороны ленты, когда он движется наклонно вверх. Назовите эти силы.

ВАРИАНТ 4

- 1 Когда говорят, что какой-то груз тяжелый, то какую физическую величину, характеризующую этот груз, имеют ввиду? Как она зависит от массы?

- ② Парашютист весом 800 Н спускается с раскрытым парашютом. Чему равна сила сопротивления воздуха при равномерном движении парашютиста? Чему равна равнодействующая сил в этом случае?
- ③ Между двумя телами действует сила всемирного тяготения. Если при неизменной массе тел, увеличить вдвое расстояние между ними, то изменится ли сила тяготения между телами? Если изменится, то как?

ВАРИАНТ 5

- ① Если положить на стол книгу, она остается в покое, а шарик от настольного тенниса обычно начинает катиться. Почему это происходит?
- ② Когда к резиновому шнуру подвесили гирию, он удлинился. Назовите силы, с которыми эти тела взаимодействуют. К каким телам приложены эти силы?
- ③ Объем жидкости в сосуде уменьшился втрое. Как изменился вес жидкости?

ВАРИАНТ 6

- ① Футбольный мяч ударяет в штангу ворот. На какое из тел (мяч или штангу) действует при ударе большая сила?
- ② Почему нагруженный корабль в реке движется медленнее ненагруженного?
- ③ Обладает ли весом лодка, плавающая на поверхности воды?

Средний уровень

ВАРИАНТ 1

- ① Почему дальность полета артиллерийского снаряда зависит от длины ствола орудия?
- ② Каков коэффициент жесткости пружины динамометра, если под действием силы 10 Н пружина удлинилась на 4 см ?
- ③ Сила тяготения между двумя одинаковыми шарами $0,01\text{ Н}$. Каковы массы шаров, если расстояние между их центрами равно 1 м ?

ВАРИАНТ 2

- 1 Почему шкала динамометра равномерна?
- 2 Определите массу тела, если под действием силы 5 Н тело приобрело ускорение $2,5 \text{ м/с}^2$.
- 3 Шар висит на прочной нити и действует на нее с силой 20 Н. Как называется эта сила? К чему она приложена? Больше она или меньше силы тяжести? Найдите массу шара.

ВАРИАНТ 3

- 1 Как двигалась бы Луна, если бы исчезло тяготение между Луной и Землей? Если бы Луна остановилась на орбите?
- 2 Тело массой 200 г после удара, длящегося $0,02 \text{ с}$, приобретает скорость 5 м/с . Найти среднюю силу удара.
- 3 Для равномерного перемещения саней по снегу прилагается сила 25 Н. Определите вес саней, если сила трения составляет $0,05$ веса саней.

ВАРИАНТ 4

- 1 Динамометром измеряют вес тел. Нельзя ли динамометром измерять массу тел? Как?
- 2 Как велика будет сила взаимного притяжения двух спутников Земли массой $3,87 \text{ т}$ каждый, если они сблизятся до расстояния 100 м ?
- 3 Стальная проволока под действием силы 200 Н удлинилась на 2 мм . Определите коэффициент жесткости проволоки.

ВАРИАНТ 5

- 1 Сможет ли космический корабль лететь в космическом пространстве прямолинейно?
- 2 Найдите силу тяжести, действующую на стальную деталь объемом 10 дм^3 .
- 3 Какая сила нужна для равномерного перемещения саней по льду, если вес саней 4 кН и сила трения составляет $0,03$ веса саней?

ВАРИАНТ 6

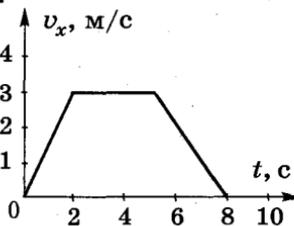
- 1 Почему ветер ломает деревья летом чаще, чем зимой?

- 2 Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение 2 м/с^2 . Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы?
- 3 Человек, масса которого 60 кг, находится в лифте. Определите вес человека перед началом подъема. К чему приложена эта сила?

Достаточный уровень

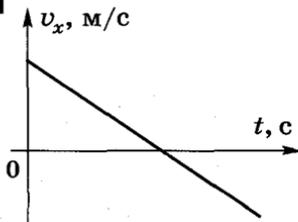
ВАРИАНТ 1

- 1 На рисунке представлен график зависимости проекции скорости тела от времени. Объясните, в какие промежутки времени сумма всех сил, действующих на тело: а) равна нулю; б) не равна нулю и направлена в сторону, противоположную скорости движения тела. Постройте график зависимости от времени силы, действующей на тело, если его масса 5 кг.
- 2 За веревку, привязанную одним концом к стене, тянут с силой, равной 100 Н. С какой силой стена действует на веревку? Изобразите графически силы, приложенные к стене и к веревке.
- 3 Тело массой 5 кг тянут по гладкой горизонтальной поверхности с помощью пружины, которая при движении растянулась на 2 см. Коэффициент жесткости пружины 400 Н/м. Определите ускорение тела.
- 4 На какой высоте от поверхности Земли ускорение свободного падения уменьшается в 4 раза по сравнению с его значением на поверхности Земли?



ВАРИАНТ 2

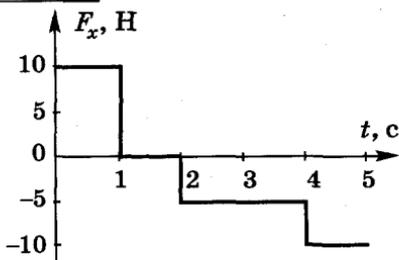
- 1 На рисунке изображен график зависимости проекции скорости движения тела от времени. 1) Определите вид движения. Каким образом можно его осуществить? 2) Изобразите графически зависимость от времени: а) проекции ускорения тела; б) проекции равнодействующей силы, приложенной к телу, массой 2 кг.



- 2) Один из двух одинаковых шаров лежит у подножия горы, а другой — на вершине этой же горы. На какой из шаров действует бóльшая сила тяжести?
- 3) Автомобиль движется со скоростью 10 м/с по горизонтальной дороге. Преодолев с выключенным мотором расстояние 150 м, он останавливается. Сколько времени автомобиль двигался с выключенным мотором и каков коэффициент трения при его движении?
- 4) Средняя плотность Венеры равна 5200 кг/м^3 , а радиус планеты 6100 км. Найти ускорение свободного падения на поверхности Венеры.

ВАРИАНТ 3

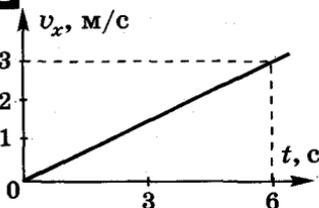
- 1) По графику зависимости проекции равнодействующей силы от времени постройте зависимость проекции скорости и проекции ускорения от времени (начальная скорость движения равна нулю). Массу тела считать равной 2 кг.



- 2) На земле лежит камень массой 5 кг. С какой силой он притягивает к себе Землю? Покажите на чертеже силы, действующие на камень.
- 3) Под действием горизонтальной силы, равной 12 Н, тело движется по закону $x = x_0 + t^2$. Найдите массу тела, если коэффициент трения равен 0,1.
- 4) С помощью пружинного динамометра по горизонтальной поверхности стола тянут груз, масса которого 10 кг, с ускорением 5 м/с^2 . Коэффициент трения между грузом и столом равен 0,1. Найдите удлинение пружины, если коэффициент жесткости 2 кН/м.

ВАРИАНТ 4

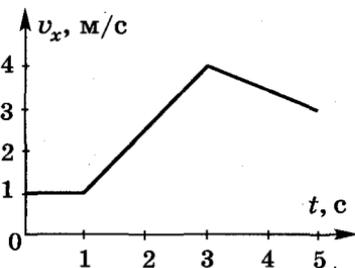
- 1) Используя график зависимости проекции скорости от времени, определите модуль силы, действующей на тело, если масса этого тела 4 кг. Начертите график зависимости проекции силы от времени.



- 2 Почему силы тяжести, действующие на одно и то же тело на полюсе и экваторе, разные? Противоречит ли это тому, что модуль силы тяжести находится по формуле $F = mg$?
- 3 Какая горизонтальная сила требуется, чтобы тело массой 2 кг, лежащее на горизонтальной поверхности, начало скользить по ней с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$? Коэффициент трения между телом и поверхностью равен $0,02$.
- 4 Определите ускорение свободного падения на высоте 20 км над Землей, принимая ускорение свободного падения на поверхности Земли $g_0 = 9,8 \text{ м/с}^2$ и радиус Земли 6400 км.

ВАРИАНТ 5

- 1 На рисунке дан график зависимости от времени проекции скорости тела массой 5 кг. Построить график зависимости проекции силы, действующей на тело на каждом этапе движения.



- 2 Используя формулу скорости $v_x = 5 + 4t$, определите модуль силы, действующей на тело, если масса тела равна 6 кг.
- 3 Грузовик взял на буксир легковой автомобиль массой $2,4 \text{ т}$ и, двигаясь равноускоренно, за 40 с проехал путь 200 м . На сколько удлинился во время буксировки трос, соединяющий автомобили, если его жесткость $2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$? Трением можно пренебречь.
- 4 С какой силой давит космонавт массой 60 кг на кресло при вертикальном взлете ракеты с ускорением 10 м/с^2 ? Какова сила давления на кресло в полете при выключенных двигателях ракеты?

ВАРИАНТ 6

- 1 Тепловоз, отправляясь от станции, движется равноускоренно. Изобразите на графиках зависимость проекций равнодействующей силы, ускорения и скорости тепловоза от времени.
- 2 Пружинные весы проградуированы на экваторе. Каковы будут показания этих весов на полюсе?

- 3 На гладком столе лежат два бруска массами 5 кг и 3 кг, связанные между собой нитью. С какой силой нить будет действовать на второй брусок, если на брусок массой 5 кг подействовать силой 40 Н?
- 4 Масса кабины лифта с пассажирами 800 кг. Определите модуль и направление ускорения лифта, если при движении вес его кабины с пассажирами равен 7040 Н.

Высокий уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 Можно ли рассматривать произведение $m\vec{a}$ массы на ускорение некоторого тела как определение силы \vec{F} , которая действует на это тело? Ответ обоснуйте.
- 2 Через какое время после начала аварийного торможения остановится автобус, движущийся со скоростью 15 м/с, если коэффициент трения при аварийном торможении равен 0,3?
- 3 На подставке лежит груз, прикрепленный легкой пружиной к потолку. В начальный момент пружина не растянута. Подставку начинают опускать с ускорением 2 м/с². Через какое время груз оторвется от подставки? Жесткость пружины 8 Н/м, масса груза 1 кг.
- 4 Определите ускорение свободного падения на полюсе планеты, если на ее экваторе вес тела на 20 % меньше, чем на полюсе. Длительность суток на планете 12 ч, ее радиус 10⁴ км. Планету считать однородным шаром.

ВАРИАНТ 2

- 1 Какое из двух утверждений: 1) если тело плавает, то модуль веса тела равен модулю выталкивающей силы; 2) если тело плавает, то модуль силы тяжести, которая действует на тело, равен модулю выталкивающей силы — больше отвечает второму, а какое — третьему закону Ньютона?
- 2 Груз массой 150 кг, лежащий на полу кабины опускающегося лифта, давит на пол с силой 1800 Н. Найдите модуль и направление ускорения лифта.
- 3 Парашютист массой 80 кг падает при открытом парашюте с установившейся скоростью 5 м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на том же парашюте спускается мальчик массой

40 кг? Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости.

- 4 Два спутника движутся в одном направлении Земли по круговым орбитам, лежащим в одной плоскости, со скоростями 7,8 км/с и 7,6 км/с. Определите минимальное расстояние между спутниками и промежуток времени, через который они вновь будут находиться на таком же расстоянии.

ВАРИАНТ 3

- 1 Трое учеников записали на доске закон Гука, причем каждый по-разному: $\vec{F} = -k\vec{x}$, $F_x = -kx$, $F = -kx$. Кто ошибся? Ответ обоснуйте.
- 2 Троллейбус, масса которого 12 т, за 5 с из состояния покоя проходит по горизонтальному пути расстояние 10 м. Определите силу тяги, развиваемую двигателем, если коэффициент сопротивления движению равен 0,02.
- 3 Вертикально расположенная пружина соединяет два груза. Масса верхнего груза 2 кг, нижнего — 3 кг. Когда система подвешена за верхний груз, длина пружины равна 10 см. Если же систему поставить на подставку, длина пружины оказывается равной 4 см. Определите длину недеформированной пружины.
- 4 Определите среднюю плотность некоторой планеты, если продолжительность суток на ней составляет 6 ч, а пружинные весы на экваторе показывают на 10 % меньше, чем на полюсе. Планету считать однородным шаром.

ВАРИАНТ 4

- 1 Изменятся ли математические записи таких формул, как: $F = G \frac{Mm}{R^2}$, $F_x = -kx$ — при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой. Ответ объясните.
- 2 Определите силу тяжести, действующую на тело массой 1 т на высоте 1000 км над Землей.
- 3 Автомобиль с мощным двигателем, трогаясь с места, за 5 с может набрать скорость не более 72 км/ч. Найдите коэффициент трения между колесами и дорогой. Каков наименьший тормозной путь автомобиля, набравшего эту скорость?

- 4 Цепочка из четырех тел одинаковой массы $m = 200$ г, соединенных пружинами, движется по горизонтальной поверхности под действием силы 6 Н. Найдите силу натяжения каждой пружины и ускорение, с которым движется эта цепочка, если коэффициент трения тел о поверхность равен 0,25.

ВАРИАНТ 5

- 1 Обладает ли весом летящая утка? Имеет ли вес падающая утка: а) в воздухе, б) при свободном падении? Если имеют, то одинаков ли их вес? Если не одинаков, то на сколько отличается?
- 2 Найдите абсолютное удлинение буксирного троса с жесткостью 200 кН/м при буксировке автомобиля массой 2,5 т с ускорением 2 м/с². Трением пренебречь.
- 3 Тело массой 5 кг лежит на горизонтальной площадке. Какую силу, направленную под углом 30° к горизонту, надо приложить к телу, чтобы сообщить ему ускорение 0,5 м/с², если коэффициент трения 0,1?
- 4 Спутник движется по орбите так, что все время находится над одной и той же точкой экватора на одной и той же высоте. Каково расстояние от спутника до центра Земли?

ВАРИАНТ 6

- 1 Находится ли в состоянии невесомости рыба в воде?
- 2 Найдите скорость движения Луны относительно Земли и период ее обращения вокруг Земли, считая, что Луна движется по круговой орбите радиусом 384 000 км.
- 3 На горизонтальной плоскости лежат два бруска, соединенные недеформированной пружиной. Массы брусков $m_1 = 400$ г и $m_2 = 600$ г. Какую наименьшую постоянную силу, направленную горизонтально, нужно приложить к первому бруску, чтобы сдвинулся второй? Коэффициент трения брусков о плоскость равен 0,2.
- 4 Какую минимальную силу F должен приложить высокий человек массой 80 кг, чтобы сдвинуть с места ящик массой 100 кг? Коэффициенты трения о пол человека и ящика одинаковы и равны 0,2.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ ДИНАМИКИ

Самостоятельная
работа **21**

ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ И ВЕРТИКАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИЯХ

Начальный уровень

1. При каком соотношении сил, действующих на автомобиль, он будет двигаться равноускоренно по горизонтальному участку дороги с учетом сил сопротивления движению. Решение сопроводите рисунком.
2. При каком соотношении сил, действующих на аэростат, он будет равноускоренно подниматься вертикально вверх при учете сил сопротивления движению. Решение сопроводите рисунком.
3. При каком соотношении сил, действующих на автомобиль, он будет равнозамедленно двигаться по горизонтальному участку дороги с учетом сил сопротивления движению. Решение сопроводите рисунком.
4. При каком соотношении сил, действующих на подводную лодку, она будет равноускоренно подниматься вертикально вверх при учете сил сопротивления движению. Решение сопроводите рисунком.
5. При каком соотношении сил, действующих на пузырек воздуха, поднимающегося со дна водоема, движение пузырька становится равномерным? Решение сопроводите рисунком.
6. При каком соотношении сил, действующих на поплавок, он будет равноускоренно опускаться вертикально вниз при учете сил сопротивления движению. Решение сопроводите рисунком.

Средний уровень

1. Поезд массой 10^6 кг за 1 минуту 40 секунд увеличил скорость с 54 км/ч до 72 км/ч. Найдите силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.

2. Трамвай массой 10^4 кг при торможении останавливается под действием силы трения 1 кН за 1 мин. С какой скоростью двигался трамвай?
3. В шахту начали равноускоренно опускать бадью массой 0,5 т с начальной скоростью, равной нулю. За 0,2 мин она прошла 35 м. Найдите силу натяжения каната, к которому подвешена бадья.
4. При каком ускорении разорвется трос при подъеме груза массой 500 кг, если максимальная сила натяжения, которую выдерживает трос не разрываясь, равна 15 кН?
5. Груз массой 100 кг начали поднимать, когда он находился на высоте 2 м от поверхности земли. На какой высоте будет находиться груз через 4 с после начала подъема, если на тело со стороны каната действует постоянная сила 1100 Н?
6. Тело массой 100 кг, подвешенное на канате, движется вертикально вниз со скоростью 6 м/с. Время торможения до полной остановки 4 с. Считая движение равноускоренным, определите силу натяжения каната.
7. Состав какой массы может везти тепловоз с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$ при коэффициенте сопротивления 0,05, если он развивает максимальное тяговое усилие 300 кН?
8. Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска скорость 10 м/с, останавливается за 40 с на горизонтальном участке после окончания спуска. Определите величину силы сопротивления.

Достаточный уровень

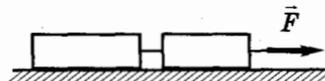
1. Спортсмен массой 65 кг, прыгая с десятиметровой вышки, входит в воду со скоростью 13 м/с. Найдите среднюю силу сопротивления воздуха.
2. Автобус массой 10 т, трогаясь с места, приобрел на пути в 50 м скорость 10 м/с. Найдите коэффициент трения, если сила тяги равна 14 кН.
3. Автобус массой 15 т движется так, что его скорость изменяется по закону $v_x = 0,7t$. Найдите силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.
4. С высоты 25 м предмет падал в течение 2,5 с. Какую часть составляет средняя сила сопротивления воздуха от силы тяжести?

5. Мотоциклист трогается с места и под действием силы тяги в 214 Н разгоняется на горизонтальном участке пути длиной 250 м. Коэффициент сопротивления движению 0,04. Сколько времени длится разгон? Какая скорость достигается? Масса мотоцикла с мотоциклистом — 180 кг.
6. Два груза массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 300$ г связаны нитью и лежат на гладкой горизонтальной поверхности стола. С каким ускорением будут двигаться грузы, если к грузу m_1 приложить силу $F = 1,5$ Н, направленную параллельно плоскости стола? Какую силу натяжения будет испытывать при этом нить, связывающая тела?
7. По горизонтальной поверхности движется груз массой 10 кг под действием силы 50 Н, направленной под углом 60° к горизонту. Определите, с каким ускорением движется груз. С какой силой он давит на плоскость? Трением между грузом и плоскостью пренебречь.
8. Стальную отливку массой m поднимают из воды с ускорением a при помощи троса, жесткость которого равна k . Плотность стали ρ_1 , плотность воды ρ_2 . Найдите удлинение x троса. Силой сопротивления воды пренебречь.



Высокий уровень

1. На гладком столе лежат два бруска с массами $m_1 = 400$ г и $m_2 = 600$ г. К одному из них приложена горизонтальная сила $F = 2$ Н. Определите силу T натяжения нити, если сила приложена: а) к первому бруску; б) ко второму бруску.
2. Ящик массой 10 кг перемещают по полу, прикладывая к нему некоторую силу под углом 30° к горизонту. В течение 5 с скорость ящика возросла с 2 м/с до 4 м/с. Коэффициент трения скольжения между ящиком и полом равен 0,15. Определите эту силу. Под каким углом к горизонту должна быть приложена сила, чтобы она была минимальной и чему она равна?
3. Веревка выдерживает груз массой $m_1 = 110$ кг при ускоренном движении вертикально вверх и груз массой $m_2 = 690$ кг при



движении вниз с тем же по модулю ускорением. Какова максимальная масса m груза, который можно поднять на этой веревке, двигая его с постоянной скоростью?

4. К потолку движущегося лифта на нити подвешена гиря массой 1 кг. К этой гире привязана другая нить, на которой подвешена гиря массой 2 кг. Найдите силу натяжения верхней нити, если сила натяжения нити между гирями равна $T_0 = 10$ Н.
5. На горизонтальном столе находятся два одинаковых бруска, связанные нитью. Первоначально нить не натянута. Если один из брусков потянуть в горизонтальном направлении с силой 6 Н, сила натяжения нити будет равна 2,5 Н. Найдите коэффициент трения, если масса каждого бруска 1 кг. Какой станет сила натяжения нити, если модуль силы \vec{F} увеличить вдвое?
6. На столе лежат четыре связанных между собой одинаковых бруска массой по 2 кг. Нити, связывающие бруски, в начальный момент не натянуты; нити рвутся при натяжении 18 Н. К первому бруску прикладывают горизонтальную постепенно увеличивающуюся силу. При каком значении силы одна из нитей порвется? Какая именно нить? Коэффициент трения равен 0,2.

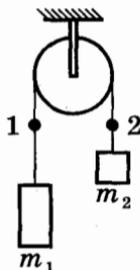


*Самостоятельная
работа* 22

**ДВИЖЕНИЕ СИСТЕМЫ
СВЯЗАННЫХ ТЕЛ**

Начальный уровень

1. Грузы массами m_1 и m_2 соединены нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок, причем $m_1 > m_2$. Укажите все правильные утверждения.
- А. Модули перемещений грузов одинаковы.
- Б. Сила натяжения нити в точке 1 больше, чем в точке 2.



В. Оба груза движутся с одинаковыми по модулю ускорениями.

2. К нити, переброшенной через блок, прикреплены грузы, как показано на рисунке. Массы всех грузов одинаковы. Укажите все правильные утверждения.

А. Сила натяжения нити в точке 1 равна силе натяжения нити в точке 2.

Б. Все три груза движутся с одинаковыми по модулю ускорениями.

В. Модуль перемещения первого груза больше модуля перемещения второго груза.

3. К нити, переброшенной через блок, прикреплены грузы, как показано на рисунке. Масса каждого груза равна m . Укажите все правильные утверждения.

А. Сила натяжения нити в точке 1 равна силе натяжения нити в точке 2.

Б. Модуль ускорения грузов 1—3 больше модуля ускорений грузов 4—5.

В. Модули перемещений грузов одинаковы.

4. Грузы массами m_1 и m_2 соединены нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок, причем $m_1 < m_2$. Укажите все правильные утверждения.

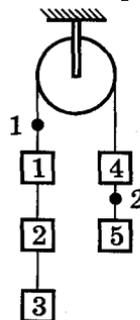
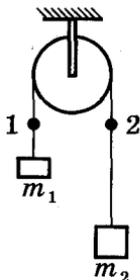
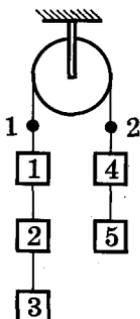
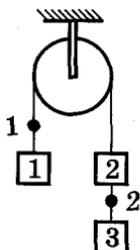
А. Модуль ускорения первого груза меньше модуля ускорения второго груза.

Б. Сила натяжения нити в точке 1 меньше силы натяжения нити в точке 2.

В. Модуль перемещения второго груза больше модуля перемещения первого груза.

5. К нити, переброшенной через блок, прикреплены грузы, как показано на рисунке. Масса каждого груза равна m . Укажите все правильные утверждения.

А. Сила натяжения нити в точке 1 больше силы натяжения нити в точке 2.



Б. Модули перемещений всех грузов одинаковы.

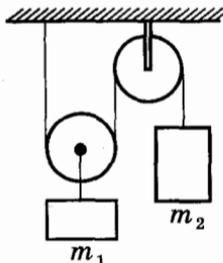
В. Модуль ускорения грузов 1—3 равен модулю ускорений грузов 4—5.

6. Два груза массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг связаны нитью, перекинутой через два блока. Укажите все правильные утверждения.

А. Модуль ускорения первого груза в два раза меньше модуля ускорения второго груза.

Б. Сила натяжения нити в точке 1 больше силы натяжения нити в точке 2.

В. Модуль перемещения первого груза в два раза больше модуля перемещения второго груза.



Средний уровень

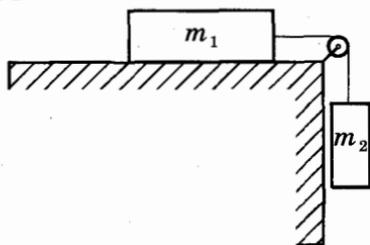
1. На одном конце нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены 2 груза, на другом — один. Массы всех грузов одинаковы. С каким ускорением движется данная система тел?
2. К одному концу веревки, перекинутой через неподвижный блок, подвешен груз массой 10 кг. С какой силой надо тянуть за другой конец веревки, чтобы груз поднимался с ускорением 2 м/с^2 ?
3. На одном конце нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены 3 груза, на другом — 2. Массы всех грузов одинаковы. С каким ускорением движется данная система тел?
4. На нити, перекинутой через блок, слева подвешен груз массой 20 г, справа — массой 25 г. Грузы движутся с ускорениями $1,09 \text{ м/с}^2$ каждый. Вычислите ускорение свободного падения для данного места Земли.
5. На одном конце нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены 3 груза, на другом — 5. Массы всех грузов одинаковы. С каким ускорением движется данная система тел?
6. Две гири массами 7 кг и 11 кг висят на концах нити, которая перекинута через блок. Через какое время после начала движения гирь каждая из них пройдет путь 10 см?
7. Два шара связаны нитью, перекинутой через неподвижный блок. Массы шаров 2 кг и 6 кг. Определите силу натяжения

нити и путь, пройденный каждым шаром за 1 с. Начальную скорость принять равной нулю.

8. На неподвижном блоке уравновешены два тела массой по 230 г. С каким ускорением начнут двигаться тела, если на одно из них положить добавочный груз массой 80 г? Какова сила упругости нити при движении тел?

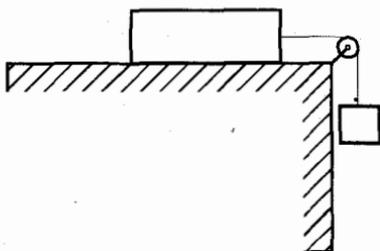
Достаточный уровень

1. Определите ускорение при движении системы тел, изображенных на рисунке, если $m_1 = 180$ г, $m_2 = 120$ г. Коэффициент трения равен 0,3.



2. Тело массой 2 кг скользит с ускорением $1,5$ м/с² по горизонтальной поверхности стола под действием груза массой 0,5 кг, прикрепленного к концу шнура, привязанного к телу и перекинутого через неподвижный блок, который укреплен на краю стола. Определите силу трения между телом и поверхностью стола.

3. Брусок массой 400 г под действием груза массой 100 г (см. рисунок) проходит из состояния покоя путь 80 см за 2 с. Найдите коэффициент трения.



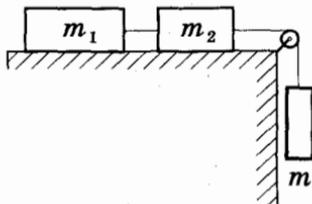
4. Тело А массой 200 г движется по горизонтальному столу под действием силы упругости привязанной к нему нити. Нить перекинута через прикрепленный к столу блок. На нити висит тело В. Определите силу натяжения нити, если масса тела В 300 г. Коэффициент трения 0,25.
5. На столе лежит деревянный брусок массой 2 кг, к которому привязана нить, перекинутая через блок. К другому концу нити подвешен груз массой 0,85 кг. Коэффициент трения бруска о стол 0,4. Определите силу натяжения нити.
6. На горизонтальном столе лежит тело массой 500 г, которое приводится в движение грузом массой 300 г, подвешенным на одном конце нити, перекинутой через блок. Коэффициент тре-

ния между телом и столом равен 0,2. С каким ускорением будет двигаться тело?

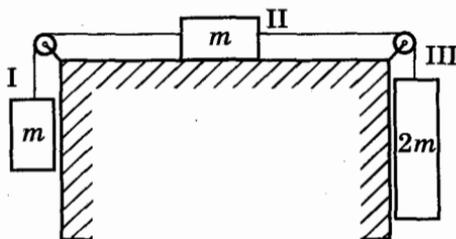
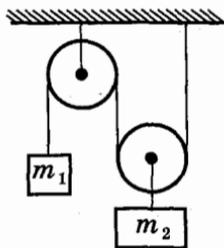
- Определите коэффициент трения при движении бруска по столу, если он движется под действием груза массой 150 г, связанного с ним нитью, перекинутой через блок. Масса бруска 300 г, ускорение при движении тел равно 1 м/с^2 .
- Два груза массами 300 г и 200 г соединены нитью, перекинутой через блок, подвешенный на пружинных весах. Определите ускорение грузов, показание пружинных весов и силу упругости нити. Массой блока и трением в нем пренебречь.

Высокий уровень

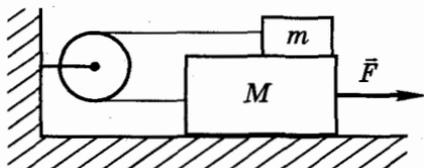
- Два бруска массами $m_1 = 7 \text{ кг}$ и $m_2 = 6 \text{ кг}$ связали нитью и положили на горизонтальный стол. К бруску массой m_2 привязали вторую нить, на которой подвешен груз массой $m = 3 \text{ кг}$. Определите натяжение обеих нитей и силы трения между каждым из брусков и столом. Коэффициент трения бруска массой m_1 равен 0,2, бруска массой m_2 — 0,1.



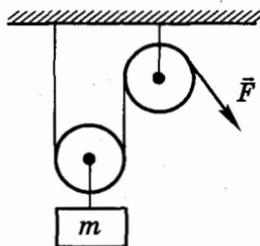
- Найдите силу натяжения T нити в устройстве, изображенном на рисунке, если массы тел $m_1 = 100 \text{ г}$ и $m_2 = 300 \text{ г}$. Массами блоков и нити можно пренебречь.
- С каким ускорением движутся тела в системе, изображенной на рисунке, если $m = 1 \text{ кг}$ и коэффициент трения 0,2? Какова сила натяжения нити, связывающей тела I и II, и сила натяжения нити, связывающей тела II и III?



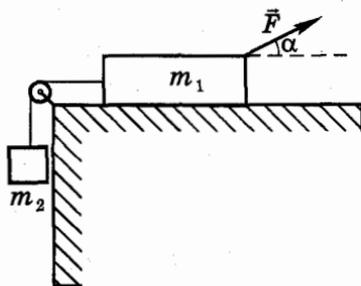
4. На гладкой горизонтальной поверхности лежат три тела массами 1 кг, 2 кг и 3 кг, связанные нитью. К ним через блок привязан четвертый груз массой 4 кг. Система пришла в движение. Найдите ускорение тел системы и силы натяжения нитей. Нити считать нерастяжимыми и невесомыми. Трением пренебречь.
5. На гладком горизонтальном столе лежит брусок массой $M = 2$ кг, на котором находится брусок массой $m = 1$ кг. Оба бруска соединены легкой нитью, перекинутой через блок, масса которого равна нулю. Какую силу F нужно приложить к нижнему бруску, чтобы он начал двигаться от блока с постоянным ускорением $a = 0,5g$? Коэффициент трения между телами 0,5. Трением между бруском и столом пренебречь.



6. Груз массой 20 кг можно поднимать с помощью системы из подвижного и неподвижного блоков. С какой постоянной силой надо тянуть веревку, чтобы за время 0,5 с груз из состояния покоя достиг скорости 2 м/с? Массами веревки, блоков и трением в осях блоков пренебречь.



7. Определите ускорение тел в системе, показанной на рисунке. Коэффициент трения между телом m_1 и плоскостью — 0,1. Трением в блоке, массами блока и нити пренебречь. Масса $m_1 = 1,5$ кг, $m_2 = 0,5$ кг, сила $F = 10$ Н. Угол α между силой F и горизонтом равен 30° .



8. Два шарика массой m каждый, связанные нитью длиной l , движутся со скоростью v по горизонтальному столу в направлении, перпендикулярном к связывающей их нити (нить не провисает). Середина нити налетает на гвоздь. Чему равна сразу после этого сила натяжения нити?

Самостоятельная
работа **23**

ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

Начальный уровень

1. Брусок соскальзывает с наклонной плоскости с ускорением a . Угол наклона плоскости α , коэффициент трения между бруском и плоскостью μ . Укажите все правильные утверждения.
 - А. На брусок действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения скольжения $\vec{F}_{\text{тр}}$.
 - Б. Сила трения направлена перпендикулярно наклонной плоскости.
 - В. Сила реакции опоры направлена вдоль наклонной плоскости.
2. На наклонной плоскости неподвижно лежит брусок. Укажите все правильные утверждения.
 - А. Равнодействующая всех сил, приложенных к бруску, равна нулю.
 - Б. На брусок действуют только две силы: сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения скольжения $\vec{F}_{\text{тр}}$.
 - В. Сила нормальной реакции опоры направлена перпендикулярно наклонной плоскости.
3. Санки съезжают с горы. Укажите все правильные утверждения.
 - А. На санки действует только сила тяжести.
 - Б. Сила трения направлена вдоль склона вверх.
 - В. При спуске санки находятся в состоянии невесомости.
4. Автомобиль едет вверх по прямому склону с постоянной скоростью. Укажите все правильные утверждения.
 - А. Автомобиль движется без ускорения.

- Б. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна нулю.
- В. На автомобиль со стороны дороги действует только сила трения.
5. Тело втаскиваю по наклонной плоскости с увеличивающейся скоростью с помощью троса, направленного вдоль наклонной плоскости. Укажите все правильные утверждения.
- А. К телу приложены четыре силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} , сила натяжения троса \vec{T} и сила трения скольжения $\vec{F}_{\text{тр}}$.
- Б. Равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равна нулю.
- В. Сила трения, действующая на тело, направлена вдоль наклонной плоскости вниз.
6. По наклонной плоскости с углом наклона α равномерно вниз движется брусок. Укажите все правильные утверждения.
- А. Равнодействующая всех сил, приложенных к бруску, направлена вдоль наклонной плоскости.
- Б. Сила тяжести, действующая на брусок, направлена вертикально вниз.
- В. Сила трения направлена вдоль наклонной плоскости вверх.

Средний уровень

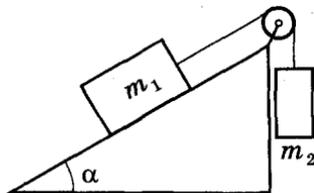
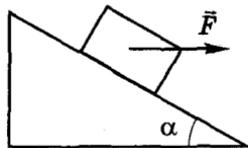
1. При помощи ленточного транспортера с углом наклона 30° поднимают груз массой 40 кг. Какой должна быть сила трения, чтобы груз не скользил по ленте?
2. При каком угле наклона кузова автомобиля-самосвала начнет соскальзывать доска, лежащая в кузове, если коэффициент трения равен 0,4?
3. Какую силу надо приложить для подъема вагонетки массой 600 кг по эстакаде с углом наклона 20° , если коэффициент сопротивления движению равен 0,05?
4. Автомобиль массой 5 т движется равномерно в гору. Определите силу тяги, развиваемую двигателем автомобиля, если коэффициент трения равен 0,7, а угол подъема 30° .
5. С каким ускорением скользит брусок вниз по наклонной плоскости с углом наклона 30° при коэффициенте трения 0,2?

6. Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Найдите силу тяги, если уклон равен $0,02$, а коэффициент сопротивления — $0,04$.
7. Тело массой 200 кг равномерно поднимают по наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом, прикладывая силу 1500 Н вдоль линии движения. С каким ускорением тело будет соскальзывать.
8. С вершины наклонной плоскости высотой 10 м и углом наклона 30° начинает соскальзывать тело. Определите скорость тела в конце спуска и продолжительность спуска. Коэффициент трения тела о плоскость $0,1$.

Достаточный уровень

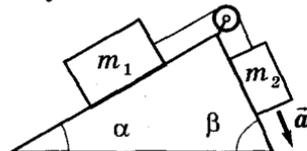
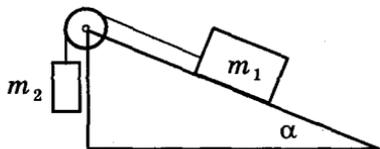
1. Тело соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости к горизонту 30° , длина наклонной плоскости 2 м. Коэффициент трения тела о плоскость $0,3$. Каково ускорение тела? Сколько времени длится соскальзывание?
2. С вершины наклонной плоскости, имеющей длину 10 м и высоту 5 м, начинает двигаться без начальной скорости тело. Как долго будет продолжаться движение тела до основания наклонной плоскости и какую скорость оно будет иметь в конце спуска? Коэффициент трения между телом и плоскостью $0,2$.
3. Наклонная плоскость составляет с горизонтом угол 30° . На плоскость положили тело и толкнули вверх. В течение 2 с тело прошло расстояние 16 м, после чего начало соскальзывать вниз. Сколько времени длится соскальзывание до начального положения тела? Каков коэффициент трения тела о наклонную плоскость?
4. За какое время первоначально покоившееся тело соскользнет с наклонной плоскости высотой 3 м, наклоненной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, если при угле наклона плоскости к горизонту $\beta = 10^\circ$ оно движется равномерно?
5. Определите массу m тела, если известно, что для равномерного подъема его вверх по наклонной плоскости с углом наклона α к нему надо приложить силу F , параллельную этой плоскости, а если тело толкнуть вниз, оно будет двигаться с постоянной скоростью.

6. Автомобиль массой 2 т поднимается в гору с уклоном 0,2. На участке пути 32 м скорость автомобиля возросла от 21,6 км/ч до 36 км/ч. Считая движение автомобиля равноускоренным, определите силу тяги двигателя. Коэффициент сопротивления движению 0,02.
7. На гладкой наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом, находится тело массой 50 кг, на которое действует горизонтально направленная сила 294 Н (см. рисунок). Найдите ускорение тела и силу, с которой тело давит на плоскость.
8. Определите путь, пройденный телом m_1 (см. рисунок) за 0,2 с, если коэффициент трения равен 0,1. Массы тел равны соответственно $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 6$ кг, а угол $\alpha = 30^\circ$.



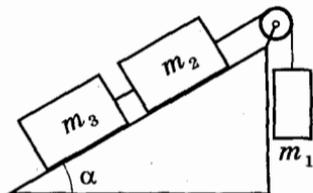
Высокий уровень

1. Санки толкнули вверх по ледяной горке, составляющей угол 30° с горизонтом. Санки въехали на некоторую высоту и спустились обратно. Время спуска в 1,2 раза превышает время подъема. Чему равен коэффициент трения?
2. Если наклонить доску под углом α к горизонту, кирпич будет двигаться по ней практически равномерно. За какое время кирпич будет скользить по всей доске, если наклонить ее под углом $\beta > \alpha$? Длина доски равна l .
3. В показанной на рисунке системе $\alpha = 20^\circ$, $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 1$ кг; коэффициент трения между первым грузом и наклонной плоскостью 0,1. Нить и блок можно считать невесомыми, нить — нерастяжимой, трением в блоке пренебречь. Определите ускорение системы грузов и силу натяжения нити.
4. Масса груза $m_1 = 1$ кг, углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 64^\circ$. Какой должна быть масса m_2 , чтобы грузы двигались с ускорением 5 м/с^2 ? Нить нерастяжима. Трением пренебречь.

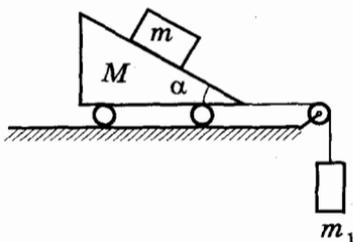


5. Через какое время скорость тела, которому сообщили вверх по наклонной плоскости скорость v , снова будет равна v ? Коэффициент трения μ , угол между плоскостью и горизонтом α , $\operatorname{tg} \alpha > \mu$.
6. Брусок толкнули вверх по наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Через 2 с брусок остановился, а еще через 4 с — вернулся в исходную точку. Чему равен коэффициент трения?

7. Три груза с массами m_1 , m_2 и m_3 связаны нитью перекинутой через блок, установленный на наклонной плоскости. Плоскость образует с горизонтом угол α . Начальные скорости грузов равны нулю. Найдите силу натяжения нити, связывающей грузы, находящиеся на наклонной плоскости. Коэффициент трения между грузами и плоскостью равен μ .



8. Какой должна быть масса груза m_1 , чтобы брусок массой m не скользил по призме массой M . Известно, что $M = 50$ кг, $m = 5$ кг, $\alpha = 30^\circ$ и коэффициент трения бруска о призму $\mu = 0,2$.



Самостоятельная
работа

24

ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ ПО ОКРУЖНОСТИ

Начальный уровень

1. Автомобиль движется по выпуклому мосту с постоянной по модулю скоростью. Укажите все правильные утверждения.
- А. В верхней точке моста вес автомобиля больше действующей на него силы тяжести.
- Б. При движении по мосту ускорение автомобиля равно нулю.
- В. Вес пассажиров, едущих в автомобиле по выпуклому мосту, уменьшается.

2. Самолет описывает окружность в вертикальной плоскости. Укажите все правильные утверждения.
- А. Вес летчика в нижней точки окружности больше силы тяжести.
 - Б. В нижней части траектории летчик подвергается перегрузке.
 - В. В верхней точке траектории ускорение самолета равно нулю.
3. Искусственный спутник движется вокруг Земли по круговой орбите. Укажите все правильные утверждения.
- А. Спутник движется с постоянным по модулю ускорением.
 - Б. Скорость спутника направлена к центру Земли.
 - В. Спутник притягивает Землю с такой же по модулю силой, с какой Земля притягивает спутник.
4. Мальчик массой 50 кг качается на качелях. Укажите все правильные утверждения.
- А. Вес мальчика в нижней точке траектории больше 500 Н.
 - Б. Ускорение мальчика в нижней точке траектории равно нулю.
 - В. Скорость мальчика в любой точке траектории направлена по касательной.
5. Луна движется вокруг Земли. Укажите все правильные утверждения.
- А. Ускорение Луны направлено к центру Земли.
 - Б. Луна притягивает Землю с меньшей силой, чем Земля Луну.
 - В. Если бы внезапно исчезло тяготение, Луна остановилась бы.
6. Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите на высоте h . Укажите все правильные утверждения.
- А. Спутник находится в состоянии невесомости.
 - Б. Чем больше высота спутника над Землей, тем больше скорость спутника.
 - В. Ускорение спутника меньше ускорения свободного падения у поверхности Земли.

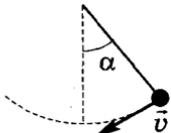
Средний уровень

1. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сиденье при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с?

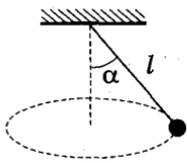
2. Масса автомобиля с грузом равна 3 т, а скорость его движения — 20 м/с. Чему будет равна сила давления автомобиля на поверхность в верхней точке выпуклого моста, радиус кривизны которого 50 м?
3. Мост, прогибаясь под тяжестью поезда массой 400 т, образует дугу радиусом 2000 м. Определите силу давления поезда в середине моста. Скорость поезда считать равной 20 м/с.
4. С какой скоростью должен двигаться мотоциклист по выпуклому участку дороги, имеющему радиус кривизны 40 м, чтобы в верхней точке выпуклости сила давления на дорогу была равна нулю?
5. Автомобиль массой 6000 кг проходит закругление горизонтальной дороги радиусом 500 м со скоростью 36 км/ч. Определите силу трения.
6. Коэффициент трения скольжения между шинами автомобиля и асфальтом 0,4. Определите минимальный радиус закругления на повороте, если автомобиль проходит его со скоростью 28 м/с.
7. Груз массой 0,5 кг, укрепленный на стержне длиной 80 см, равномерно вращается относительно конца стержня в вертикальной плоскости, делая 2 об/с. Какова сила упругости стержня при прохождении груза через нижнюю точку траектории?
8. На нити вращается в горизонтальной плоскости шар массой 200 г, описывая окружность радиусом 1,5 м и делая 5 об/с. Определите силу натяжения нити. Силой тяжести можно пренебречь.

Достаточный уровень

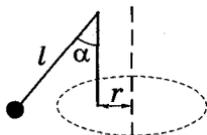
1. Самолет делает «мертвую петлю» радиусом 100 м и движется по ней со скоростью 280 км/ч. С какой силой летчик массой 80 кг будет давить на сиденье самолета в верхней точке петли?
2. С какой скоростью должен лететь самолет в верхней точке «мертвой петли», чтобы летчик был невесомым, если радиус петли 360 м?
3. Ведерко с водой равномерно вращают в вертикальной плоскости на веревке длиной 0,5 м. С какой наименьшей скоростью нужно его вращать, чтобы при прохождении через верхнюю точку вода не выливалась из ведра?

- Груз, подвешенный на нити длиной 60 см, двигаясь равномерно, описывает в горизонтальной плоскости окружность. С какой скоростью движется груз, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол 30° ?
- Человек стоит неподвижно на краю круглой горизонтальной платформы, вращающейся вокруг вертикальной оси. Определите максимальную линейную скорость человека при вращении платформы, если радиус ее 4 м, а коэффициент трения равен 0,2.
- Поезд движется по закруглению радиусом 765 м со скоростью 72 км/ч. Определите, на сколько внешний рельс должен быть выше внутреннего, чтобы сила давления на рельсы была одинаковой. Расстояние между рельсами принять 1,5 м.
- Найдите силу натяжения нити в момент, соответствующий рисунку, если масса груза равна $m = 100$ г, скорость 2 м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, длина нити 40 см.
 
- Тело, помещенное на расстоянии 20 см от оси на горизонтальном плоском диске, оказалось сброшенным с него в тот момент, когда частота вращения диска достигла $0,5 \text{ с}^{-1}$. Найдите коэффициент трения тела о поверхность диска.

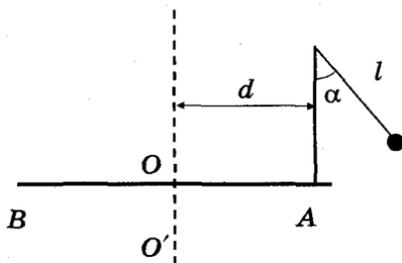
Высокий уровень

- Самолет делает «мертвую петлю», имеющую радиус 255 м. Какую минимальную скорость должен иметь самолет в верхней точке петли, чтобы летчик не повис на ремнях, которыми он пристегнут к пилотскому креслу?
- Люстра массой 100 кг подвешена к потолку на металлической цепи, длина которой 5 м. Определите высоту, на которую можно отклонить люстру, чтобы при последующих качаниях цепь не оборвалась. Известно, что разрыв цепи наступает при силе натяжения 2 кН.
- Шарик на нити длиной l равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости. При этом нить все время образует с вертикалью угол α (см. рисунок). Найдите период вращения шарика.
 

4. С какой максимальной скоростью может ехать по горизонтальной дороге мотоциклист, описывая дугу радиусом 90 м, если коэффициент трения резины о полотно дороги 0,4? На какой угол от вертикали он при этом отклонится?
5. К диску прикреплен высокий вертикальный стержень, а к его вершине подвешен шарик на нити длиной 48 см. Расстояние стержня от оси вращения диска 10 см. После начала вращения диска нить отклоняется от вертикали на угол 45° (см. рисунок). Определите угловую скорость и частоту вращения диска.



6. На доске BA , равномерно вращающейся вокруг вертикальной оси OO' , укреплен отвес на вертикальной стойке, находящейся на расстоянии $d = 5$ см от оси вращения. Какова частота вращения доски, если нить отвеса длиной $l = 8$ см отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 40^\circ$?



7. По выпуклому мосту, радиус кривизны которого 90 м, со скоростью 54 км/ч движется автомобиль массой 2 т. В точке моста, направление на которую из центра кривизны моста составляет с направлением на вершину моста угол α , автомобиль давит с силой 14,4 кН. Определите угол α .
8. Автомобиль движется по выпуклому мосту радиусом 40 м. Какое максимальное горизонтальное ускорение может развить автомобиль в верхней точке, если скорость его в этой точке 50,4 км/ч, а коэффициент трения колес автомобиля о мост 0,6?

**ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ
ДИНАМИКИ**

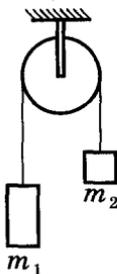
Начальный уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 В лифте находится человек массой 80 кг. Укажите все правильные утверждения.
- А. Если лифт покоится, вес человека равен 800 Н.
- Б. Если лифт движется с постоянной скоростью вверх, вес человека больше 800 Н.
- В. Если лифт движется с постоянной скоростью вниз, вес человека меньше 800 Н.
- 2 Камень массой 3 кг брошен вертикально вверх. Пренебрегая сопротивлением воздуха, укажите все правильные утверждения.
- А. На камень во время движения действуют две силы.
- Б. Во время всего движения вес камня меньше 20 Н.
- В. Камень находится в состоянии невесомости только в верхней точке траектории.

ВАРИАНТ 2

- 1 Мяч падает без начальной скорости. Пренебрегая сопротивлением воздуха, укажите все правильные утверждения.
- А. На мяч действует только одна сила.
- Б. Вес мяча по модулю равен mg .
- В. Скорость мяча увеличивается во время падения.
- 2 Грузы массами m_1 и m_2 соединены нитью, переброшенной через неподвижный блок, причем $m_1 > m_2$. Укажите все правильные утверждения.
- А. Оба груза движутся с одинаковыми по модулю ускорениями.
- Б. Вес каждого груза равен действующей на него силе тяжести.
- В. Модули перемещений грузов одинаковы.

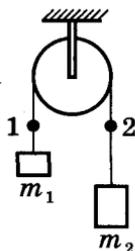


ВАРИАНТ 3

- 1 Санки соскальзывают с ледяной горки, причем скорость санок увеличивается. Укажите все правильные утверждения.
- А. Сила тяжести, действующая на санки, направлена вертикально вниз.
- Б. Сила реакции опоры направлена вдоль горки.
- В. Равнодействующая всех сил, приложенных к санкам, направлена вдоль наклонной плоскости.
- 2 Искусственный спутник движется вокруг Земли по круговой орбите. Укажите все правильные утверждения.
- А. Движение спутника происходит под действием только силы тяготения.
- Б. Ускорение спутника больше ускорения свободного падения у поверхности Земли.
- В. Спутник находится в состоянии невесомости.

ВАРИАНТ 4

- 1 Мяч брошен вертикально вверх. Пренебрегая сопротивлением воздуха, укажите все правильные утверждения.
- А. Мяч находится в состоянии невесомости во время всего движения.
- Б. Мяч движется с ускорением свободного падения.
- В. В верхней точке траектории скорость мяча равна нулю.
- 2 Грузы массами m_1 и m_2 соединены нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный блок, причем $m_1 < m_2$. Укажите все правильные утверждения.
- А. Сила натяжения нити в точке 1 больше силы натяжения нити в точке 2.
- Б. Модули перемещений грузов одинаковы.
- В. Модуль ускорения первого груза меньше модуля ускорения второго груза.



ВАРИАНТ 5

- 1 Автомобиль едет по выпуклому мосту с постоянной по модулю скоростью. Укажите все правильные утверждения.

- А. Автомобиль движется без ускорения.
Б. Вес автомобиля в верхней точке моста меньше силы тяжести.
В. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна нулю.
- 2 К динамометру подвесили груз массой 1 кг. Укажите все правильные утверждения.
А. Показание покоящегося динамометра равно 10 Н.
Б. Показание динамометра, движущегося с постоянной скоростью вверх, больше 10 Н.
В. Показание динамометра, движущегося с постоянной скоростью вниз, меньше 10 Н.

ВАРИАНТ 6

- 1 Самолет описывает окружность в вертикальной плоскости. Укажите все правильные утверждения.
А. Вес летчика в нижней точке окружности больше силы тяжести.
Б. Вес летчика в верхней точке окружности направлен горизонтально.
В. Равнодействующая всех сил, действующих на летчика в нижней точке окружности, равна нулю.
- 2 На наклонной плоскости неподвижно лежит брусок. Укажите все правильные утверждения.
А. На брусок действует только сила тяжести.
Б. Сила нормальной реакции опоры направлена перпендикулярно наклонной плоскости.
В. Равнодействующая всех сил, приложенных к бруску, равна нулю.

Средний уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 При каком соотношении сил, действующих на электровоз, он будет равномерно подниматься по уклону в 30° при учете сил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.

- ② Автобус, масса которого равна 10 т, движется горизонтально так, что проекция его скорости изменяется по закону $v_x = 0,5t$. Найдите силу тяги, если коэффициент трения равен 0,02.
- ③ Автомобиль массой 3 т проходит по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 45 м, со скоростью 54 км/ч. С какой силой автомобиль давит на мост в его середине?

ВАРИАНТ 2

- ① При каком соотношении сил, действующих на ракету в момент старта, она начинает подниматься равноускоренно вертикально вверх при учете сил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.
- ② Длина наклонной плоскости 200 см, а высота — 20 см. С каким ускорением должно соскальзывать с нее тело при отсутствии трения?
- ③ С какой силой, направленной горизонтально, давит вагон трамвая массой 20 т на рельсы, если он движется по закруглению радиусом 100 м со скоростью 36 км/ч?

ВАРИАНТ 3

- ① Груз, подвешенный на пружине, отвели от положения равновесия. Каким будет его движение после того, как его отпустят? Каково при этом соотношение сил, действующих на него при учете сил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.
- ② По наклонной плоскости длиной 4 м и высотой 1,6 м из состояния покоя соскальзывает тело. Определите скорость тела в конце наклонной плоскости. (Трением пренебречь)
- ③ Мальчик массой 40 кг качается на качелях с длиной подвеса 5 м. С какой силой он давит на сиденье при прохождении нижней точки со скоростью 5 м/с?

ВАРИАНТ 4

- ① При каком соотношении сил, действующих на грузовик, он будет равноускоренно подниматься по участку дороги с уклоном в 30° при учете сил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.

- ② По какому закону изменяется скорость электровоза, который при трогании с места железнодорожного состава развивает силу тяги 650 кН ? Масса состава равна 3250 т , а коэффициент трения равен $0,005$.
- ③ С какой максимальной скоростью может ехать мотоциклист по горизонтальной плоскости, описывая дугу радиусом 100 м , если коэффициент трения резины о почву $0,4$?

ВАРИАНТ 5

- ① Автопоезд, состоящий из тягача и двух прицепов, движется равноускоренно по горизонтальному участку дороги. Какие силы действуют на тягач и прицепы с учетом сил сопротивления движению? Решение задачи сопроводите рисунком.
- ② На наклонную плоскость с углом наклона 30° положили кирпич массой 2 кг . Коэффициент трения между поверхностями равен $0,8$. Чему равна сила трения, действующая на кирпич?
- ③ На одном конце нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены три груза, на другом — два. Массы всех грузов одинаковы. С каким ускорением движется данная система тел?

ВАРИАНТ 6

- ① Мяч падает на пол и отскакивает вверх. Какие силы действуют на него с учетом сил сопротивления движению во время его падения и во время непосредственного контакта с полом? Решение задачи сопроводите рисунком.
- ② Какой массы состав может вести тепловоз, если его координата изменяется по закону $x = 0,05t^2$, и он развивает силу тяги 300 кН при коэффициенте трения $0,005$?
- ③ С какой скоростью должен двигаться автомобиль по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 90 м , чтобы в верхней точке моста сила давления была равна нулю?

Достаточный уровень

ВАРИАНТ 1

- ① Верно ли утверждение, что сила трения всегда тормозит движение?

- ② Груз массой 50 кг с помощью каната поднимают вертикально вверх на высоту 10 м в течение 2 с. Считая движение груза равноускоренным, определите силу натяжения каната во время подъема. Начальную скорость груза считать равной нулю.
- ③ Средняя высота движения спутника над поверхностью Земли равна 1700 км. Определите скорость обращения спутника вокруг Земли. Считать радиус Земли равным 6400 км, а ускорение свободного падения у поверхности Земли 10 м/с^2 .
- ④ Две вагонетки массой по 1 т каждая, скрепленные вместе тросом, тянут с силой 500 Н. Сила трения каждой вагонетки о рельсы равна 50 Н. С какой силой натянут трос, скрепляющий обе вагонетки?

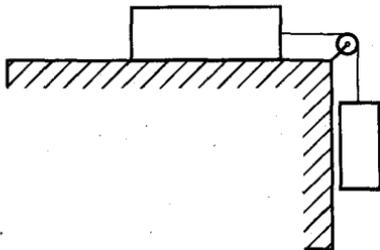
ВАРИАНТ 2

- ① Какие опыты показывают, что вес тела, движущегося с вертикальным ускорением, направленным вниз, меньше веса покоящегося тела?
- ② Вычислите первую космическую скорость вблизи поверхности Луны. Радиус Луны принять равным 1600 км. Ускорение свободного падения вблизи поверхности Луны $1,6 \text{ м/с}^2$.
- ③ Наибольшая допустимая скорость движения автомобиля на повороте радиусом закругления 150 м равна 25 м/с. Каков коэффициент трения скольжения шин о дорогу?
- ④ На одном конце нити, перекинутой через неподвижный блок, висит груз массой 7 кг. С какой силой нужно тянуть за другой конец нити, чтобы груз поднимался с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$?

ВАРИАНТ 3

- ① Как направлено ускорение, сообщаемое телу силой трения скольжения? силой трения покоя?
- ② Автодрезина ведет равноускоренно две платформы. Сила тяги 1,5 кН. Масса первой платформы 10 т, второй — 6 т. Определите силу натяжения сцепки между платформами. Трением пренебречь.
- ③ Искусственный спутник движется по круговой орбите над Землей на высоте 600 км. С каким ускорением движется спутник? (Масса Земли равна $6 \cdot 10^{24}$ кг, радиус Земли — 6400 км.)

- 4 На столе лежит брусок массой 2 кг, к которому привязана нить, перекинутая через блок. Ко второму концу нити подвешен груз массой 0,5 кг. Определите силу натяжения нити. Трение не учитывать.



ВАРИАНТ 4

- 1 Камень привязан к веревке и движется по окружности в вертикальной плоскости. Одинаковы ли натяжения веревки в верхней и нижней точках?
- 2 Два груза массами 0,2 кг и 2,3 кг связаны нитью и лежат на гладком столе. К первому телу приложена сила 0,2 Н, ко второму — в противоположном направлении — сила 0,5 Н. С каким ускорением будут двигаться грузы и какова сила натяжения соединяющей их нити? Трением пренебречь.
- 3 Автомобиль массой 5 т проходит по выпуклому мосту со скоростью 21,6 км/ч. С какой силой давит он на мост в верхней точке, если радиус кривизны моста 60 м?
- 4 Гирька, привязанная к нити длиной 30 см, описывает в горизонтальной плоскости окружность радиусом 15 см. Определите частоту вращения гирьки.

ВАРИАНТ 5

- 1 Какие силы вызывают центростремительное ускорение в следующих случаях: а) деревянный брусок лежит на вращающемся вокруг оси диске; б) спутник обращается вокруг Земли.
- 2 Два груза массами 3 кг и 5 кг лежат на гладком горизонтальном столе, связанные нитью. Какую силу надо приложить к грузу массой 5 кг, чтобы сила натяжения соединяющей грузы нити была равна 24 Н? Трением пренебречь.
- 3 Определите скорость движения автомобиля массой 2 т по вогнутому мосту радиусом 100 м, если он давит на мост в его середине с силой 25 кН.
- 4 Тело равномерно скользит по наклонной плоскости с углом наклона 40° . Определите коэффициент трения тела о плоскость.

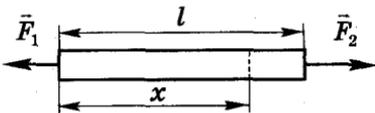
ВАРИАНТ 6

- ① По наклонной плоскости, которая образует угол 30° с горизонтом, скользит деревянный кубик. Его ускорение равно 6 м/с^2 . Свободно ли скользит по плоскости кубик? Сила трения пренебрежимо мала.
- ② Два груза массами 200 г и 300 г подвешены на нерастяжимой и невесомой нити, переброшенной через неподвижный блок. С каким ускорением движется система грузов? Чему равна сила натяжения нити, соединяющей грузы?
- ③ Шарик массой 500 г , подвешенный на нерастяжимой нити длиной 1 м , совершает колебания в вертикальной плоскости. Найдите силу натяжения нити в момент, когда она образует с вертикалью угол 60° . Скорость шарика в этот момент равна $1,5 \text{ м/с}$.
- ④ Автомобиль массой 10 т движется по вогнутому мосту с радиусом кривизны 100 м . С какой силой давит автомобиль на мост в нижней точке при скорости движения 54 км/ч ?

Высокий уровень

ВАРИАНТ 1

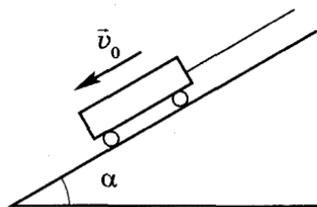
- ① На весах уравновешен человек, держащий в руках тяжелый груз. Что произойдет с весами, если человек быстро поднимет груз вверх? Быстро присядет?
- ② Определите радиус выпуклого моста, имеющего вид дуги окружности, при условии, что давление автомобиля, движущегося со скоростью 90 км/ч , в верхней точке моста уменьшилось вдвое по сравнению с движением на горизонтальном участке дороги.
- ③ На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг . Какую силу надо приложить, чтобы: а) удерживать тело на наклонной плоскости ($\mu = 0,2$); б) равномерно поднимать его вверх; в) равномерно опускать его вниз?
- ④ На однородный стержень длиной l действуют две силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , приложенные к его концам и направленные в противоположные стороны. С какой силой F растя-



нут стержень в сечении, находящемся на расстоянии x от одного из его концов?

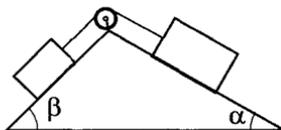
ВАРИАНТ 2

- 1 Можно ли считать, что искусственные спутники Земли совершают свободное падение? Почему?
- 2 Через блок перекинут шнур, на концах которого висят два груза массами 2,5 кг и 1,5 кг. Определите силу натяжения, возникающую в шнуре при движении грузов. Трением пренебречь.
- 3 Шарик массой 200 г, привязанный нитью к подвесу, движется с постоянной скоростью, описывая в горизонтальной плоскости окружность. Определите скорость шарика и период его вращения по окружности, если длина нити 1 м, а ее угол с вертикалью составляет 60° .
- 4 По наклонной дороге с углом наклона 30° к горизонту опускается вагонетка массой 500 кг. Определите силу натяжения каната при торможении вагонетки в конце спуска, если ее скорость перед торможением была 2 м/с, а время торможения 5 с. Коэффициент трения принять равным 0,01.



ВАРИАНТ 3

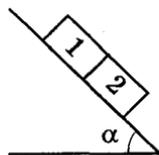
- 1 При каком подъеме кабины лифта сила натяжения троса больше: при ускоренном, равномерном или равнозамедленном?
- 2 Автомобиль массой 1500 кг движется по вогнутому мосту, радиус кривизны которого 75 м, со скоростью 15 м/с. Определите вес этого автомобиля в средней точке моста.
- 3 Два тела, массы которых одинаковы и равны 100 г, связанные нитью, лежат на столе. На одно из них действует сила 5 Н, направленная вдоль нити. Определите силу натяжения соединяющей их нити, если коэффициент трения при движении тел равен 0,2.
- 4 Невесомый блок укреплен на вершине двух наклонных плоскостей, составляющих с горизонтом углы 30° и 45° . Две гири массой 1 кг каждая соединены ни-



тью, перекинутой через блок. Найдите ускорение, с которым движутся гири, и силу натяжения нити. Считать нить невесомой и нерастяжимой. Трением пренебречь.

ВАРИАНТ 4

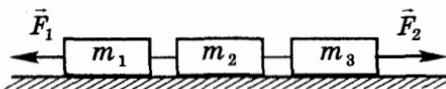
- 1 Монета, катящаяся в вертикальном положении (без наклона), движется по прямой, а наклоненная поворачивает в сторону наклона. Почему?
- 2 Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите на высоте 1700 км. Определите его скорость и период вращения.
- 3 На сколько должен быть поднят наружный рельс над внутренним на закруглении железнодорожного пути радиусом 300 м, если ширина колеи 1524 мм? Скорость, при которой сила давления на рельсы перпендикулярна им, принять равной 54 км/ч.
- 4 Два бруска одинаковой массы 0,2 кг поставили на наклонную плоскость с углом наклона 45° . Коэффициент трения верхнего бруска о плоскость равен 0,01, нижнего — 0,1. Определите силу взаимодействия брусков при их совместном соскальзывании с наклонной плоскости.



ВАРИАНТ 5

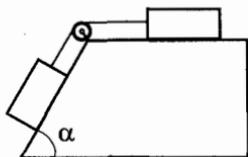
- 1 Ведро с водой, удерживаемое рукой, вращается в вертикальной плоскости с такой скоростью, что вода из него не выливается. Объясните это явление.
- 2 С увеличением высоты полета спутника его скорость уменьшилась с 7,79 км/с до 7,36 км/с. Определите, на сколько изменились период вращения спутника и удаленность его от земной поверхности.
- 3 К концам шнура, перекинутого через блок, подвешены грузы 50 г и 75 г. Пренебрегая трением и считая шнур и блок невесомыми, а шнур нерастяжимым, определите ускорение, с которым будут двигаться грузы, силу натяжения шнура и показание динамометра, на котором висит блок.
- 4 Три тела связаны нитью и лежат на гладкой горизонтальной поверхности. К телу массой m_1 приложена сила F_1 , направленная вдоль поверхности, а к телу массой m_3 — сила $F_2 > F_1$, направ-

ленная в противоположную сторону. Найдите силу натяжения T нити между телами с массами m_1 и m_2 .



ВАРИАНТ 6

- 1 Почему удерживать тело на наклонной плоскости легче, чем втаскивать его наверх?
- 2 Определите период вращения и орбитальную скорость искусственного спутника, движущегося вокруг Луны на высоте 200 км от ее поверхности, если масса Луны равна $7,3 \cdot 10^{22}$ кг, а ее радиус — $1,7 \cdot 10^6$ м.
- 3 Тело массой 1 кг лежит на горизонтальной плоскости. Коэффициент трения 0,1. На тело действует горизонтальная сила F . Определите силу трения для двух случаев: $F_1 = 0,5$ Н и $F_2 = 2$ Н.
- 4 Наклонная доска, составляющая с горизонтом угол 60° , прикреплена к горизонтальному столу. Два груза массой по 1 кг каждый соединены легкой нитью, перекинутой через неподвижный невесомый блок, и могут перемещаться соответственно по доске и столу. Найти силу натяжения нити и ускорение системы, если коэффициент трения тел о поверхность доски и стола одинаков и равен 0,3.



СТАТИКА

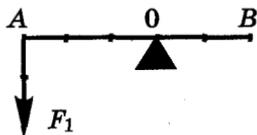
Самостоятельная
работа

25

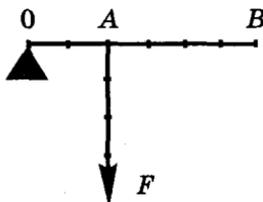
УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Начальный уровень

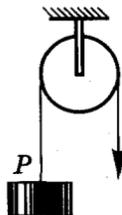
1. Какую силу надо приложить к рычагу в точке B , чтобы он остался в равновесии? Задачу решить графически. Массой рычага пренебречь.



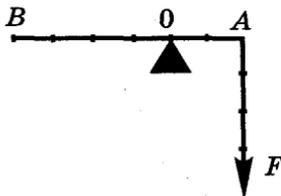
2. Какую силу надо приложить к рычагу в точке B , чтобы он остался в равновесии? Задачу решить графически. Массой рычага пренебречь.



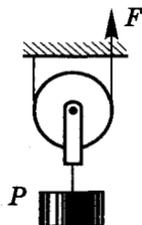
3. На какую высоту поднимется груз P , если свободный конец каната опущен на 2 м? Массой блока пренебречь.



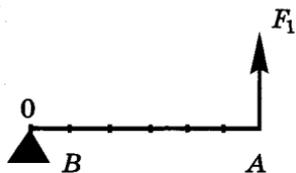
4. Какую силу надо приложить к рычагу в точке B , чтобы он остался в равновесии? Задачу решить графически. Массой рычага пренебречь.



5. С какой силой надо тянуть вверх конец каната A , чтобы поднять груз, вес которого 50 Н ? Массой блока пренебречь.



6. Какую силу надо приложить к рычагу в точке B , чтобы он остался в равновесии? Задачу решить графически. Массой рычага пренебречь.



Средний уровень

1. Как нужно приложить к телу три силы 4 , 6 и 10 Н , чтобы тело было в равновесии? Означает ли равновесие непременно состояние покоя?
2. Окажется ли тело в равновесии под действием трех сил, по 800 Н каждая, если угол между силами: а) 60° ; б) 120° ?
3. Лодку равномерно тянут к берегу двумя канатами, расположенными в горизонтальной плоскости. Угол между канатами 90° . К канатам приложены силы по 120 Н каждая. Какова сила сопротивления воды?
4. На земле лежит балка массой 90 кг . Какую силу необходимо приложить, чтобы приподнять балку за один из ее концов?
5. Чтобы приподнять один конец доски, лежащей на полу, надо приложить силу 400 Н . Какова масса доски?
6. На земле лежит однородный стержень массой 100 кг . Какую силу необходимо приложить, чтобы приподнять стержень за один из его концов?

Достаточный уровень

1. К концам рычага длиной 1 м подвешены грузы массами 7 кг и 13 кг . На каком расстоянии от середины рычага надо поместить опору, чтобы рычаг находился в равновесии?

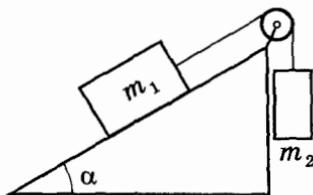
2. К концам рычага приложены направленные вниз силы 6 Н и 4 Н. Точка опоры находится на 5 см ближе к одному концу рычага, чем к другому. Какова длина рычага, если он находится в равновесии?
3. К балке массой 200 кг и длиной 5 м подвешен груз массой 350 кг на расстоянии 3 м от одного из концов, которыми балка лежит на опорах. Каковы силы давления на каждую из опор?
4. К концам стержня массой 10 кг и длиной 40 см подвешены грузы массами 40 кг и 10 кг. Где надо установить опору, чтобы стержень находился в равновесии?
5. Стержень массой 9 кг и длиной 1 м лежит на двух опорах. Одна из них подпирает левый конец стержня, а другая находится на расстоянии 10 см от правого конца. С какой силой действует на стержень каждая из опор?
6. Стержень длиной 1 м подвешен горизонтально на двух динамометрах. Первый динамометр находится на расстоянии 10 см от левого конца стержня и показывает 20 Н, второй динамометр находится на расстоянии 30 см от правого конца. Какова масса стержня?

Высокий уровень

1. Каков должен быть минимальный коэффициент трения μ_{\min} между кубом и горизонтальной плоскостью, чтобы однородный куб можно было опрокинуть через ребро горизонтальной силой, приложенной к верхней грани? Какая минимальная сила F_{\min} для этого потребуется? Масса куба m .
2. Лестница длиной 4 м приставлена к идеально гладкой стене под углом 60° к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом 0,33. На какое расстояние вдоль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнет скользить? Массой лестницы пренебречь.
3. Какой минимальной силой F_{\min} можно опрокинуть через ребро однородный куб, находящийся на горизонтальной плоскости? Каков должен быть при этом минимальный коэффициент трения μ_{\min} между кубом и плоскостью? Масса куба m .
4. Лестница опирается на вертикальную стену и горизонтальный пол. Коэффициент трения между лестницей и стеной 0,5,

а между полом и лестницей — 0,4. Определите наименьший угол наклона лестницы, при котором она еще может оставаться в равновесии.

5. При каких значениях массы m_2 висящего груза показанная на рисунке система грузов будет находиться в равновесии, если $m_1 = 1$ кг, $\alpha = 30^\circ$? Коэффициент трения между грузом и наклонной плоскостью равен 0,3.



6. Однородный шар массой m и радиусом R подвешен на нити длиной l к гладкой вертикальной стене. Определите силу T натяжения нити и силу F давления шара на стену.
7. К стене прислонена лестница массой m . Центр ее тяжести находится на расстоянии $1/3$ длины от ее верхнего конца. Какую горизонтальную силу F нужно приложить к середине лестницы, чтобы верхний конец ее не оказывал давления на стену? Угол между лестницей и стеной α .
8. Лестница массой m и длиной l прислонена к гладкой стене под углом α . Центр тяжести лестницы находится на высоте h от пола. Человек тянет лестницу за середину в горизонтальном направлении с силой F . Какой минимальной величины должна быть сила F , чтобы человек смог отодвинуть верхний конец лестницы от стены? Нижний конец лестницы по полу не скользит.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

Самостоятельная
работа

26

ИМПУЛЬС ТЕЛА

Начальный уровень

1. Шарик массой 500 г равномерно катится со скоростью 2 м/с. Чему равен импульс шарика?
2. Какова масса тела, если его импульс равен 500 кг · м/с при скорости 20 м/с?
3. С какой скоростью равномерно катится тележка массой 0,5 кг, если ее импульс равен 5 кг · м/с?
4. Два автомобиля движутся по прямой дороге с одинаковыми скоростями. Масса первого автомобиля 1 т, масса второго автомобиля — 3 т. Импульс какого автомобиля больше и во сколько раз?
5. Два шарика одинаковых масс равномерно катятся по столу. Скорость первого шарика 1 м/с, скорость второго шарика — 2,5 м/с. Импульс какого шарика больше и во сколько раз?
6. Какое из тел имеет больший импульс: автомобиль массой 1 т, движущийся со скоростью 36 км/ч, или снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 500 м/с?

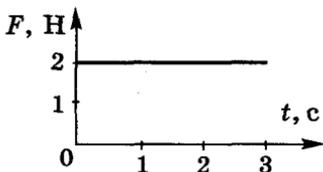
Средний уровень

1. Движение материальной точки описывается уравнением: $x = 5 - 8t + 4t^2$. Приняв ее массу равной 2 кг, найти импульс через 2 с и через 4 с после начала отсчета времени.
2. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 160 г, чтобы ее импульс был равен импульсу пули массой 8 г, летящей со скоростью 600 м/с?
3. Движение материальной точки описывается уравнением: $x = 20 + 2t - t^2$. Приняв ее массу равной 4 кг, найти импульс через 1 с и через 4 с после начала отсчета времени.

- Два тела одинакового объема, стальное и свинцовое, движутся с одинаковыми скоростями. Импульс какого тела больше и во сколько раз?
- С какой силой действует молоток массой $0,5$ кг на гвоздь во время удара, если скорость молотка перед ударом 2 м/с? Считайте, что удар длился $0,01$ с.
- Стальной шар движется со скоростью 1 м/с, а алюминиевый шар такого же радиуса — со скоростью 4 м/с. Какой из шаров имеет больший импульс? Во сколько раз?

Достаточный уровень

- На рисунке представлен график зависимости модуля равнодействующей всех сил, действующих на тело, от времени. Чему равно изменение импульса тела за три секунды от начала движения?



- Тело массой $0,2$ кг падает с высоты 1 м с ускорением 8 м/с². Найдите изменение импульса тела.
- Движение материальной точки, масса которой 3 кг, описывается уравнением: $x = 25 - 10t + 2t^2$. Найдите изменение импульса тела за первые 8 с ее движения. Найдите импульс силы, вызвавшей это изменение за это же время.
- Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с. Найдите изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; период.
- Стальной шарик массой $0,05$ кг падает с высоты 5 м на стальную плиту. После столкновения шарик отскакивает от плиты с такой же по модулю скоростью. Найдите силу, действующую на плиту при ударе, считая ее постоянной. Время соударения равно $0,01$ с.
- Водитель выключил двигатель автомобиля при скорости 72 км/ч. Через $3,4$ с автомобиль остановился. Сила трения колес по асфальту равна 5880 Н. Чему был равен импульс автомобиля в момент выключения двигателя? Какова масса автомобиля?

Высокий уровень

- а) Метеорит сгорает в атмосфере, не достигая поверхности Земли. Что происходит при этом с его импульсом?

б) Молекула массой $5 \cdot 10^{-26}$ кг, летящая со скоростью 500 м/с, упруго ударяется о стенку под углом 30° к перпендикуляру. Найдите импульс силы, полученный стенкой при ударе.
- а) Можно ли утверждать, что импульс тела относителен? Ответ обоснуйте.

б) Падающий вертикально шарик массой 200 г ударился об пол со скоростью 5 м/с и подпрыгнул на высоту 46 см. Найдите изменение импульса шарика при ударе.
- а) Две материальные точки равной массы движутся навстречу друг другу с равными по модулю скоростями. Чему равен импульс системы точек?

б) Координата тела изменяется по закону $x = -6 + 3t - 0,25t^2$, а импульс — по закону $p_x = 12 - 2t$. Найдите массу тела и проекцию действующей на него силы.
- а) Камень брошен вертикально вверх. Нарисуйте график зависимости его импульса от времени.

б) Какова средняя сила давления на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули 10 г, а скорость пули при вылете из ствола 300 м/с? Число выстрелов в единицу времени 300 мин⁻¹.
- а) Почему пуля, вылетевшая из ружья, не может отворить дверь, но пробивает в ней отверстие, тогда как давлением пальца дверь отворить легко, но проделать отверстие невозможно.

б) Мяч массой 150 г ударяется о гладкую стенку под углом 30° к ней и отскакивает без потери скорости. Найдите среднюю силу, действующую на мяч со стороны стенки, если скорость мяча 10 м/с, а продолжительность удара 0,1 с.
- а) Камень бросили вертикально вниз без начальной скорости. Нарисуйте график зависимости его импульса от времени.

б) Шарик массой 100 г, движущийся со скоростью 1 м/с, упруго ударяется о плоскость. Определите изменение импульса шарика, если направление скорости составляет с плоскостью угол α , равный: а) 90° ; б) 30° .

**ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ
ИМПУЛЬСА****Начальный уровень**

Снаряд, летевший горизонтально со скоростью 20 м/с, разорвался на два осколка массами 4 кг и 6 кг. Укажите все правильные утверждения.

- А. Импульс снаряда до взрыва был равен 200 кг · м/с.
Б. Суммарный импульс двух осколков равен импульсу снаряда до разрыва.

В. Импульс меньшего осколка после разрыва равен 80 кг · м/с.
Скорость свободно падающего тела массой 2 кг увеличилась с 1 м/с до 4 м/с. Укажите все правильные утверждения.

- А. Импульс тела в начале падения равен 2 кг · м/с.
Б. Импульс тела в конце падения равен 4 кг · м/с.
В. Когда тело падает, импульс системы «тело и земля» сохраняется.

Летящая горизонтально пуля массой 10 г попала в лежащий на столе брусок массой 0,5 кг и застряла в нем. Скорость пули 100 м/с. Укажите все правильные утверждения.

- А. Импульс пули до попадания в брусок равен 10 кг · м/с.
Б. Когда пуля внутри бруска движется относительно бруска, импульс системы «пуля и брусок» сохраняется.
В. Импульс пули после попадания в брусок равен нулю.

Камень массой 0,5 кг брошен вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Укажите все правильные утверждения.

- А. Импульс камня при подъеме увеличивается.
Б. Импульс камня в момент бросания равен 5 кг · м/с.
В. Когда камень движется вверх, импульс системы «камень и земля» сохраняется.

Искусственный спутник движется вокруг Земли по круговой орбите. Укажите все правильные утверждения.

- А. Импульс спутника по модулю не изменяется.
 - Б. Импульс спутника направлен к центру Земли.
 - В. Импульс спутника направлен по касательной к траектории.
6. Мяч массой 100 г, упав с высоты 10 м, ударился о землю и подскочил на высоту 5 м. Укажите все правильные утверждения.
- А. В начале падения импульс мяча был равен $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.
 - Б. В момент удара мяча о землю импульс мяча равен нулю.
 - В. В процессе движения мяча импульс сохранялся.

Средний уровень

1. Снаряд массой 20 кг, летящий горизонтально со скоростью 500 м/с, попадает в платформу с песком массой 10 т и застревает в песке. С какой скоростью стала двигаться платформа?
2. Вагон массой 30 т, движущийся горизонтально со скоростью 1,5 м/с, автоматически на ходу сцепляется с неподвижным вагоном массой 20 т. С какой скоростью движется сцепка?
3. С неподвижной лодки, масса которой вместе с человеком равна 255 кг, бросают на берег весло массой 5 кг с горизонтальной скоростью относительно земли 10 м/с. Какую скорость приобретает лодка?
4. Снаряд массой 100 кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком массой 10 т и застревает в нем. Какая стала скорость вагона, если он двигался со скоростью 36 км/ч навстречу снаряду?
5. В проплывающую под мостиком лодку массой 150 кг опускают с мостика груз массой 50 кг. Какова будет после этого скорость лодки. Если ее начальная скорость 4 м/с? Сопротивлением воды можно пренебречь.
6. Какую скорость относительно Земли приобретет ракета массой 600 г, если пороховые газы массой 15 г вылетают из нее со скоростью 800 м/с.

Достаточный уровень

1. Граната, летевшая в горизонтальном направлении со скоростью 10 м/с, разорвалась на 2 осколка массами 1 кг и 1,5 кг. Скорость большего осколка осталась после взрыва горизонтальной

- и возросла до 25 м/с. Определите проекцию скорости меньшего осколка.
- Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после трех быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса лодки вместе с охотником 100 кг, масса заряда 20 г, средняя скорость дроби и пороховых газов 500 м/с.
 - Ядро, летевшее горизонтально со скоростью 20 м/с, разорвалось на два осколка массами 5 кг и 10 кг. Скорость меньшего осколка 90 м/с и направлена так же, как и скорость ядра до разрыва. Найдите проекцию скорости большего осколка.
 - Ледокол массой 5000 т, идущий с выключенным двигателем со скоростью 10 м/с, наталкивается на неподвижную льдину и движет ее впереди себя. Скорость ледокола уменьшилась при этом до 2 м/с. Определите массу льдины.
 - Тележка, масса которой 120 кг, движется по рельсам без трения со скоростью 6 м/с. С тележки соскакивает человек массой 80 кг под углом 30° к направлению ее движения. Скорость тележки уменьшается при этом до 5 м/с. Какой была скорость человека во время прыжка относительно земли?
 - От двухступенчатой ракеты массой 1000 кг в момент достижения скорости 171 м/с отделилась ее вторая ступень массой 400 кг, скорость которой при этом увеличилась до 185 м/с. Найти, с какой скоростью стала двигаться первая ступень ракеты. Скорости указаны относительно Земли.
 - Человек массой 60 кг переходит с носа на корму лодки. На какое расстояние переместится лодка длиной 3 м, если ее масса 120 кг?
 - Человек массой 80 кг переходит с носа на корму в лодке длиной 5 м. Какова масса лодки, если она за время этого перехода переместилась в стоячей воде в обратном направлении на 2 м?

Высокий уровень

- Лодка неподвижно стоит в озере. На корме и на носу лодки на расстоянии 5 м друг от друга сидят рыболовы. Масса лодки 150 кг, массы рыболовов 90 кг и 60 кг. Рыболовы меняются местами. На сколько переместится при этом лодка? Сопротивлением воды пренебречь.

Достаточный уровень

1. Равнодействующая сил, действующих на тело, равна 20 Н и направлена горизонтально. Тело движется так, что его координата изменяется по закону $x = 10 + 2t + t^2$. Какую работу совершает сила за 5 с?
2. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять груз массой 30 кг на высоту 10 м с ускорением 0,5 м/с²?
3. При подвешивании груза массой 15 кг пружина динамометра растянулась до максимального деления шкалы. Жесткость пружины 10 кН/м. Какая работа была совершена при растяжении пружины?
4. Груз массой 50 кг свободно падает из состояния покоя в течение 10 с. Какую работу совершает при этом сила тяжести?
5. При вертикальном подъеме без начальной скорости тела массой 2 кг на высоту 10 м совершена работа 240 Дж. С каким ускорением поднимали груз?
6. Автомобиль массой 2 т трогается с места с ускорением 2 м/с² и разгоняется в течение 5 с на горизонтальном пути. Какая работа совершается за это время, если коэффициент сопротивления движению 0,01?

Высокий уровень

1. Санки массой 20 кг поднимают по гладкому склону на высоту 2,5 м, прикладывая силу 300 Н, направленную вдоль склона. Санки движутся с ускорением 13 м/с². Какая работа совершается при подъеме? Трением пренебречь.
2. Какую работу совершит сила 30 Н, подняв по наклонной плоскости груз массой 2 кг на высоту 2,5 м с ускорением 10 м/с²? Сила действует параллельно наклонной плоскости. Трением о плоскость пренебречь.
3. Сравните работы, которые совершает человек, растягивая пружину динамометра от 0 Н до 10 Н, от 10 Н до 20 Н, от 20 Н до 30 Н.
4. Сравните работы силы тяжести при свободном падении тела за первую и вторую половины времени падения.

5. Лыдина площадью поперечного сечения 1 м^2 и толщиной $0,4 \text{ м}$ плавает в воде. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить лыдину в воду?
6. Какая работа A совершается при равномерном подъеме на крышу веревки длиной 50 м и массой 6 кг ? Первоначально веревка свешивалась вертикально с края крыши.

*Самостоятельная
работа* **29**

МОЩНОСТЬ

Начальный уровень

1. Кто развивает большую мощность: медленно поднимающийся по лестнице человек или спортсмен той же массы, совершающий прыжок с шестом?
2. Мальчик в одном случае прошел 100 м , а в другом — пробежал такое же расстояние. Одинаковые ли мощности он развивал?
3. Ведро воды из колодца мальчик равномерно поднял один раз за 30 с , а другой — за 40 с . Что можно сказать о мощности при выполнении этих работ?
4. Одинаковую ли мощность развивает двигатель автобуса, когда он движется с одинаковой скоростью без пассажиров и с пассажирами?
5. Мальчик прошел 5 м , а затем поднялся по канату на 5 м за такое же время. Одинаковые ли мощности он при этом развивал?
6. Два одинаковых по размеру и конструкции корабля развивают разную мощность. С одинаковой ли скоростью будут двигаться эти корабли?

Средний уровень

1. Самосвал при перевозке груза развивает мощность 30 кВт . Какая работа совершается им в течение 45 мин ?
2. Какую среднюю мощность развивает человек, поднимающий ведро воды весом 120 Н из колодца глубиной 20 м за 15 с ?

3. За какое время подъемник мощностью 10 кВт поднимет груз массой 2 т на высоту 20 м, если груз перемещается равномерно?
4. Вычислите мощность насоса, подающего ежеминутно 1300 л воды на высоту 24 м.
5. Какую мощность развивает подъемный кран, равномерно поднимая груз массой 2,5 т на высоту 15 м за 2,5 мин?
6. Мощность двигателя подъемного крана равна 4 кВт. Груз какой массы он может поднять на высоту 15 м за 2 мин?
7. Сколько времени должен работать насос мощностью 50 кВт, чтобы из шахты глубиной 150 м откачать воду объемом 200 м³?

Достаточный уровень

1. Подъемный кран с двигателем мощностью 5 кВт равномерно поднимает груз со скоростью 0,1 м/с. Какова масса груза?
2. Трактор на пахоте преодолевает силу сопротивления 10 кН, развивая полезную мощность 36 кВт. С какой скоростью движется трактор?
3. Двигатель насоса, развивая некоторую мощность, поднимает 200 м³ воды на высоту 10 м за 5 мин. КПД двигателя 40 %. Найдите мощность двигателя.
4. Мощность трактора равна 30 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп массой 2200 кг на подъем 0,2 при коэффициенте трения 0,4?
5. Подъемный кран поднимает груз 5 т на высоту 15 м с постоянной скоростью. За какое время поднимается этот груз, если мощность двигателя 10 кВт, а КПД крана 0,8?
6. Самолет массой 5 т для взлета должен иметь скорость 540 км/ч и длину разбега 600 м. Какой должна быть мощность двигателя самолета? Считать, что во время разгона самолет двигался равноускоренно, а коэффициент сопротивления был равен 0,2.
7. Какое сопротивление преодолевает трактор при разравнивании грунта, если он движется со скоростью 3,6 км/ч и развивает мощность 100 кВт? КПД двигателя трактора при этом равен 60 %.
8. Автомобиль массой 2000 кг трогается с места и идет в гору, уклон которой 0,02. Пройдя расстояние 100 м, он развивает

скорость 32,4 км/ч. Коэффициент сопротивления 0,05. Определите среднюю мощность, развиваемую двигателем автомобиля.

Высокий уровень

1. Автомобиль поднимается по склону со скоростью 60 км/ч. Спускаясь по тому же склону с выключенным мотором, он движется равномерно с той же скоростью. Какую мощность развивает двигатель на подъеме? Уклон равен 0,05. Масса автомобиля 2 т.
2. Автомобиль движется на подъеме с уклоном 10° равномерно со скоростью 4 м/с. Определите коэффициент трения, если масса груженого автомобиля 5 т, а мощность двигателя 51,5 кВт.
3. Велосипедист начал движение по горизонтальной дороге. Двигаясь равноускоренно, он развил скорость 36 км/ч, пройдя путь 75 м. Определите среднюю мощность, развиваемую велосипедистом, если его масса вместе с велосипедом 75 кг, а коэффициент трения равен 0,03.
4. Какой максимальный подъем может преодолеть тепловоз, который развивает мощность 370 кВт, перемещающая состав массой 2000 т со скоростью 7,2 км/ч? Считать угол наклона полотна железной дороги к горизонту малым, а коэффициент сопротивления движению 0,002.
5. Подъемный кран приводится в действие двигателем мощностью 15 кВт. Найдите КПД двигателя, если он за 1 мин 40 с поднимает на высоту 30 м груз массой 3 т.
6. Насос, двигатель которого развивает мощность 25 кВт, поднимает объем нефти на высоту 6 м за 8 мин. Определите объем нефти, если КПД установки 39 %.
7. С помощью подъемного крана груз массой 875 кг можно поднять за 30 с на высоту 12 м. Мощность двигателя подъемного крана 4,4 кВт. Каков КПД двигателя, если подъем совершается равноускоренно.
8. Уклон участка шоссе равен 0,05. Спускаясь под уклон при выключенном двигателе, автомобиль движется равномерно со скоростью 60 км/ч. Какой должна быть мощность двигателя автомобиля, чтобы он мог подниматься на такой же подъем с той же скоростью? Масса автомобиля — 1,5 т.

**КОЭФФИЦИЕНТ
ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ**

Начальный уровень

1. Какую работу называют полезной, а какую — полной?
2. Что такое КПД? В каких единицах его выражают?
3. Почему КПД всегда меньше 100 %? Ответ обоснуйте.
4. Почему при применении механизмов для подъема грузов полезная работа не равна полной?
5. Как можно увеличить КПД? Приведите примеры.
6. КПД подъемного механизма 80 %. Что это означает? Ответ поясните.

Средний уровень

1. Подъемный кран должен в течение 8 ч рабочего дня поднять 3000 т строительных материалов на высоту 9 м. Какова мощность двигателя крана, если КПД установки 60 %?
2. Электродвигатель подъемного крана мощностью 1470 Вт поднимает груз со скоростью 0,05 м/с. Какой максимальный груз может поднять он при данной скорости, если его КПД 80 %?
3. Механическая лопата, приводимая в движение электродвигателем мощностью 3,68 кВт, поднимает 180 т песка на высоту 6 м в течение 1 ч. Каков КПД установки?
4. Электровоз при движении со скоростью 54 км/ч потребляет мощность 600 кВт. Определите силу тяги электровоза, если его КПД равен 75 %.
5. При помощи рычага груз массой 150 кг подняли на высоту 0,2 м. При подъеме этого груза к длинному плечу рычага была приложена сила 600 Н, под действием которой конец этого плеча опустился на 0,6 м. Найти КПД рычага.
6. Ведро с песком массой 24,5 кг поднимают при помощи неподвижного блока, действуя на веревку силой 250 Н. Вычислите КПД установки.

Достаточный уровень

1. Высота наклонной плоскости равна 1,2 м, а длина 10,8 м. Для равномерного подъема по этой наклонной плоскости груза массой 180 кг потребовалась сила 250 Н. Определите КПД наклонной плоскости.
2. При равномерном перемещении груза массой 15 кг по наклонной плоскости динамометр, привязанный к грузу, показал силу, равную 40 Н. Вычислите КПД наклонной плоскости, если ее длина 1,8 м, а высота 0,3 м.
3. Найти КПД наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 0,6 м, если коэффициент трения при равномерном движении тела по плоскости равен 0,1.
4. Какую работу надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона 30° втащить груз массой 400 кг на высоту 2 м, прикладывая силу, совпадающую по направлению с перемещением? Коэффициент трения 0,3. Каков при этом КПД?
5. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы поднять вагонетку массой 200 кг по эстакаде длиной 10 м и высотой 2 м при коэффициенте трения 0,05? Каков коэффициент полезного действия подъемника?
6. Найдите КПД наклонной плоскости длиной 2 м и высотой 0,5 м, если коэффициент трения равен 0,2.

Высокий уровень

1. С помощью одного подвижного и одного неподвижного блоков равномерно подняли груз массой 8 кг на высоту 8 м. Какая сила была приложена к другому концу веревки и какую работу выполнили при подъеме груза, если КПД установки 80 %?
2. Какая работа была совершена при подъеме груза по наклонной плоскости, если масса груза 100 кг, длина наклонной плоскости 2 м, угол ее наклона 30° , коэффициент трения 0,1? Ускорение при подъеме 1 м/с^2 . Определите КПД наклонной плоскости.
3. Вычислите КПД рычага, с помощью которого груз массой 245 кг равномерно подняли на высоту 6 см, при этом к длинному плечу рычага была приложена сила 500 Н, а точка приложения этой силы опустилась на 0,3 м.

- С помощью рычага подняли груз весом 120 Н на высоту $0,2\text{ м}$. Плечи рычага относятся между собой как $1:6$. Какую силу необходимо приложить к большему плечу рычага и на сколько опустится конец длинного плеча вниз, если КПД рычага равен 80% ?
- Бадью с раствором, масса которой 120 кг , поднимают на второй этаж строящегося дома при помощи подвижного блока, действуя на веревку силой $0,72\text{ кН}$. Определите КПД установки.
- Ящик с гвоздями, масса которого 54 кг , поднимают на пятый этаж при помощи подвижного блока, действуя на веревку с силой 360 Н . Вычислите КПД установки.

Самостоятельная
работа

31

ЭНЕРГИЯ

Начальный уровень

- Какие из перечисленных тел обладают кинетической энергией:
а) камень, поднятый над землей; б) летящий самолет; в) растянутая пружина; г) летящий воздушный шарик?
- Какие из перечисленных тел обладают потенциальной энергией:
а) катящийся по земле шар; б) лук с натянутой тетивой; в) сжатый в баллоне газ; г) кабинка «колеса обозрения»?
- Камень брошен вертикально вверх. Какие превращения энергии происходят при полете камня?
- Опишите превращения энергии, которые происходят при спортивной стрельбе из лука.
- На одной и той же высоте находятся два бруска. Масса первого бруска 500 г , второго — 100 г . Какой из них обладает большей потенциальной энергией?
- Легковой и грузовой автомобили движутся с одинаковыми скоростями. Какой из них обладает большей кинетической энергией?
- Для чего при строительстве гидроэлектростанций возводят плотины?
- Каким видами механической энергии обладает вертолет, поднимающийся вверх? висящий неподвижно? спускающийся вниз?

Средний уровень

1. На какой высоте потенциальная энергия груза массой 2 т равна 10 кДж?
2. По горизонтальному столу скользит брусок массой 400 г с постоянной скоростью 15 см/с. Чему равна его кинетическая энергия?
3. Камень, брошенный с поверхности земли со скоростью 10 м/с, в верхней точке траектории обладал потенциальной энергией 5 Дж. Определите массу камня.
4. Стальная деталь объемом 5 дм³ находится на высоте 2 м. Определите потенциальную энергию детали.
5. Тело массой 1 кг находится на высоте 2 м от поверхности земли. На какой высоте следует расположить тело массой 0,5 кг, чтобы оно обладало такой же потенциальной энергией?
6. До какой высоты поднялся при бросании мяч, если его потенциальная энергия относительно земли оказалась равной 60 Дж? Масса мяча 300 г.
7. Скорость свободно падающего тела массой 4 кг на некотором пути увеличилась с 2 м/с до 8 м/с. Найдите работу силы тяжести на этом пути.
8. На пружине подвешен груз 300 кг, под действием которого она удлинилась на 6 см. Определите энергию деформированной пружины.

Достаточный уровень

1. Какую работу совершит сила тяжести при свободном падении тела массой 1 кг по истечении 5 с от начала падения?
2. Определите энергию, которую получает пружина при сжатии ее на 5 см, если известно, что для сжатия пружины на 1 см нужно приложить силу 30 кН.
3. Найдите потенциальную и кинетическую энергии тела массой 3 кг, падающего свободно с высоты 5 м, на расстоянии 2 м от поверхности земли.
4. Каковы значения потенциальной и кинетической энергий стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 30 м/с вертикально вверх, через 2 с после начала движения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

5. Камень массой 5 кг упал с некоторой высоты. Найдите кинетическую энергию камня в средней точке его пути, если он падал в течение 2 с.
6. Тело, брошенное вертикально вниз с высоты 75 м со скоростью 10 м/с, в момент удара о землю обладало кинетической энергией 1,6 кДж. Определите скорость тела в момент удара и массу тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.
7. Камень массой 300 г брошен с башни горизонтально с некоторой скоростью. Спустя 1 с скорость камня составила с горизонтом угол 30° . Найдите кинетическую энергию камня в этот момент.
8. Начальная скорость пули 600 м/с, ее масса 10 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж?

Высокий уровень

1. К телу массой 4 кг приложена направленная вертикально вверх сила 50 Н. Найти кинетическую энергию тела в момент, когда оно окажется на высоте 10 м над землей. В начальный момент тело покоилось на поверхности земли.
2. Определите кинетическую энергию тела массой 1 кг, брошенного горизонтально со скоростью 20 м/с, в конце четвертой секунды его движения.
3. Сила 0,5 Н действует на тело массой 10 кг в течение двух секунд. Найдите конечную кинетическую энергию тела, если начальная кинетическая энергия равна нулю.
4. Определите кинетическую энергию тела, брошенного в горизонтальном направлении с высоты 100 м, в момент приземления, если масса тела — 0,5 кг, а начальная скорость — 10 м/с.
5. Кусок льда один раз бросают под углом 45° к горизонту, а второй раз пускают с такой же скоростью скользить по льду. Найдите коэффициент трения, если во втором случае кусок льда переместился на расстояние в 10 раз большее, чем в первом случае.
6. Ведро с водой массой 10 кг поднимают на высоту 10 м, прикладывая постоянную силу 200 Н. Какую работу при этом совершают? Чему равно изменение потенциальной энергии? Чему равна кинетическая энергия груза в конце подъема?

7. Тело брошено в горизонтальном направлении с начальной скоростью 15 м/с. Через сколько секунд кинетическая энергия тела увеличится вдвое? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Самостоятельная
работа

32

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Начальный уровень

1. Стальной шарик, летящий горизонтально, упруго ударяется о стальной брусок, подвешенный на нити. Укажите все правильные утверждения.
 - А. Механическая энергия системы «шарик и брусок» при взаимодействии не изменяется.
 - Б. Импульс системы «шарик и брусок» при взаимодействии изменяется.
 - В. Импульс шарика при взаимодействии изменяется.
2. Ребенок бросил камешек в море. Считая, что камень в воде движется равномерно по вертикали, укажите все правильные утверждения.
 - А. Полная механическая энергия камешка не изменяется.
 - Б. Кинетическая энергия камешка увеличивается.
 - В. Импульс камешка при движении в воде не изменяется.
3. Сосулька падает с крыши дома. Считая, что сопротивлением воздуха можно пренебречь, укажите все правильные утверждения.
 - А. Потенциальная энергия сосульки в конце падения максимальна.
 - Б. Кинетическая энергия сосульки при падении не изменяется.
 - В. Полная механическая энергия сосульки сохраняется.
4. Мяч брошен вертикально вверх. Считая, что сопротивлением воздуха можно пренебречь, укажите все правильные утверждения.
 - А. Импульс мяча при подъеме остается постоянным.
 - Б. При подъеме мяча кинетическая энергия переходит в потенциальную.

- В. Полная механическая энергия мяча при его подъеме увеличивается.
5. Из окна мальчик бросил горизонтально мячик. Считая, что сопротивлением воздуха можно пренебречь, укажите все правильные утверждения.
- А. Сумма потенциальной и кинетической энергий во время движения мячика остается неизменной.
- Б. Импульс мячика при падении увеличивается по модулю.
- В. Кинетическая энергия мячика при падении увеличивается.
6. Закрепленный на столе пружинный пистолет стреляет шариком вертикально вверх. Считая, что сопротивлением воздуха можно пренебречь, укажите все правильные утверждения.
- А. Перед выстрелом потенциальная энергия пружины максимальна.
- Б. При взаимодействии пружины с шариком потенциальная энергия пружины увеличивается.
- В. При движении шарика вертикально вверх сумма потенциальной и кинетической энергий остается неизменной.

Средний уровень

1. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. На какой высоте его кинетическая энергия будет равна потенциальной?
2. Тело брошено со скоростью 15 м/с под углом к горизонту. Определите его скорость на высоте 10 м.
3. С какой начальной скоростью v_0 надо бросить вниз мяч с высоты $h = 15$ м, чтобы он подпрыгнул на высоту $2h$? Считать удар о землю абсолютно упругим.
4. Камень брошен под углом к горизонту со скоростью 10 м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, на какой высоте скорость камня уменьшится вдвое.
5. Тело массой 500 г, брошенное вертикально вверх со скоростью 20 м/с, упало обратно на землю со скоростью 16 м/с. Определите работу по преодолению сопротивления воздуха.
6. На какой высоте кинетическая энергия свободно падающего тела равна его потенциальной энергии, если на высоте 10 м скорость тела равна 8 м/с?

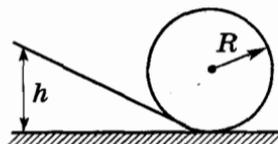
Достаточный уровень

1. По склону горы длиной 500 м и высотой 10 м скатываются санки массой 60 кг. Определите среднюю силу сопротивления при скатывании санок, если у основания горы они имели скорость 8 м/с. Начальная скорость санок равна нулю.
2. Маятник массой 5 кг отклонен на угол 60° от вертикали. Какова сила натяжения нити при прохождении маятником положения равновесия?
3. Предмет массой 5 кг вращается на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити в нижней точке больше, чем в верхней?
4. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8 м/с относительно поверхности земли. Найдите, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед 0,02.
5. Груз массой 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных качаниях шнур не оборвался? Максимальная сила натяжения, которую выдерживает шнур не обрываясь, равна 550 Н.
6. Шарик подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 2 м. Какую минимальную скорость следует сообщить шарiku, чтобы он описал окружность в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь.
7. На вершине гладкой полусферы радиусом 0,5 м находится шайба массой 10 г. Шайба начала скользить вдоль сферы под действием горизонтально направленного кратковременного импульса силы $2 \cdot 10^{-2}$ Н·с. На какой высоте от основания полусферы шайба оторвется от ее поверхности?
8. Небольшое тело начинает соскальзывать с вершины сферы радиусом 60 см. На какой высоте h от вершины тело оторвется от поверхности сферы? Трением пренебречь.

Высокий уровень

1. Велосипедист, не вращая педалей, должен проехать по «чертовому колесу», радиусом 8 м. С какой высоты велосипедист

должен начать движение, чтобы не упасть? Трение не учитывать.



2. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на очень легком жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра шара 1 м. Найдите скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился после выстрела на угол 10° .
3. Гирия массой 0,5 кг падает с некоторой высоты на плиту массой 1 кг, укрепленную на пружине жесткостью 980 Н/м. Определите значение максимального сжатия пружины, если в момент удара гирия имела скорость 5 м/с. Удар считать неупругим.
4. Пуля массой 10 г, летевшая горизонтально со скоростью 600 м/с, ударила в свободно подвешенный на очень длинной нити деревянный брусок массой 5 кг и застряла в нем, углубившись на 10 см. Найдите силу сопротивления движению пули.
5. В шар массой 1,6 кг, подвешенный на нерастяжимой нити длиной 80 см, попадает и застревает в нем пуля массой 10 г, летевшая под углом 60° к горизонту. Шар с пулей отклонился на угол 30° . С какой скоростью летела пуля? Массой нити пренебречь.
6. Из духового ружья стреляют в спичечную коробку, лежащую на расстоянии 30 см от края стола. Пуля массой 1 г, летящая горизонтально со скоростью 150 м/с, пробивает коробку и вылетает из нее со скоростью вдвое меньшей. Масса коробки 50 г. При каком коэффициенте трения между коробкой и столом коробка упадет со стола?
7. Пуля, летящая горизонтально со скоростью 570 м/с, попадает в шар, подвешенный на жестком невесомом стержне, и застревает в нем. При этом стержень с шаром отклонился на угол 10° от вертикали. Во сколько раз масса шара больше массы пули, если расстояние от точки подвеса стержня до центра шара равно 1 м?
8. Винтовка массой 3 кг подвешена горизонтально на двух параллельных нитях. При выстреле в результате отдачи она отклонилась вверх на 20 см. Масса пули 10 г. Определите скорость, с которой вылетела пуля.

**ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ
В МЕХАНИКЕ**

Начальный уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 Когда сила, действующая на тело, не производит работы при перемещении тела?
- 2 Приведите примеры использования потенциальной энергии деформированных пружин.
- 3 Объясните, почему единицы энергии те же, что и единицы работы.

ВАРИАНТ 2

- 1 Спутник движется по круговой орбите вокруг Земли. Совершает ли работу сила притяжения к Земле?
- 2 Приведите примеры практического использования кинетической энергии.
- 3 Сжатая пружина расправляясь, выполняет работу. Какая энергия при этом расходуется?

ВАРИАНТ 3

- 1 При каком угле между направлением перемещения и направлением силы не будет производиться работа по перемещению тела? Показать на чертеже.
- 2 Опишите опыт, в котором можно проследить переход кинетической энергии в потенциальную и обратно.
- 3 Автомобиль спускается с горы с выключенным двигателем. За счет какой энергии движется при этом автомобиль?

ВАРИАНТ 4

- 1 Тело бросили вертикально вверх. Совершает ли при этом работу сила тяжести?

- 2 Приведите примеры использования потенциальной энергии тел, поднятых над поверхностью Земли.
- 3 Турист в одном случае прошел 800 м, а в другом — проехал на велосипеде такое же расстояние. Одинаковые ли мощности он развивал?

ВАРИАНТ 5

- 1 Парашютист равномерно опускается на парашюте. Какие при этом происходят превращения энергии?
- 2 Когда тело способно совершить работу? Приведите примеры тел, способных совершить работу.
- 3 По каким признакам судят о том, что тело обладает кинетической энергией?

ВАРИАНТ 6

- 1 При каком угле между направлением перемещения и направлением силы работа по перемещению тела будет максимальной? Покажите на чертеже.
- 2 Тело, брошенное вертикально вверх, упало на землю. Как изменялась его потенциальная энергия во время полета?
- 3 Стальной шарик висит на нити. Отклоним его в сторону и отпустим. Какие превращения энергии происходят при этом?

Средний уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 Тело брошено вертикально вверх. Укажите, положительную или отрицательную работу совершает сила тяжести: а) при падении тела; б) при его подъеме?
- 2 Два шара массами 1 кг и 0,5 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 5 м/с и 4 м/с. Какова будет скорость шаров после неупругого столкновения?
- 3 Поезд массой 2000 т идет по горизонтальному участку пути с постоянной скоростью 10 м/с. Коэффициент сопротивления равен 0,05. Какую мощность развивает тепловоз на этом участке?

ВАРИАНТ 2

- 1 Два тела одинаковой массы падают с высоты 10 м: первое — в воздухе, второе — в безвоздушном пространстве. Одинаковы ли кинетические энергии этих тел в конце падения?
- 2 Платформа массой 10 т движется со скоростью 2 м/с. Ее нагоняет платформа массой 15 т, движущаяся со скоростью 3 м/с. Какой будет скорость этих платформ после удара? Удар считать неупругим.
- 3 Каков тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 72 км/ч, если коэффициент трения равен 0,2?

ВАРИАНТ 3

- 1 Можно ли утверждать, что механическая работа относительна? Ответ обоснуйте.
- 2 Человек и тележка движутся друг другу навстречу, причем масса человека в два раза больше массы тележки. Скорость человека 2 м/с, а тележки — 1 м/с. Человек вскакивает на тележку и остается на ней. Какова скорость человека вместе с тележкой?
- 3 При подъеме груза массой 30 кг совершена работа 3,2 кДж. Груз поднимался из состояния покоя равноускоренно на высоту 10 м. С каким ускорением поднимался груз?

ВАРИАНТ 4

- 1 Может ли совершать работу сила трения скольжения? сила трения покоя?
- 2 На вагонетку массой 800 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, вертикально упало 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?
- 3 Какую работу совершает человек, поднимающий груз массой 2 кг на высоту 1,5 м с ускорением 3 м/с^2 ?

ВАРИАНТ 5

- 1 Можно ли утверждать, что кинетическая энергия относительна? Ответ обоснуйте.
- 2 Два шара массами 0,5 кг и 1 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 7 м/с и 8 м/с. Каков будет модуль скорости

шаров после неупругого столкновения? Куда будет направлена эта скорость?

- 3 Поезд массой 2000 т, двигаясь с места с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$, достигает нужной скорости через 1 мин. Определите среднюю мощность тепловоза, если коэффициент сопротивления движению 0,005.

ВАРИАНТ 6

- 1 Изменится ли кинетическая энергия автомобиля, если он изменит направление движения на противоположное, а модуль скорости увеличится в два раза?
- 2 С какой скоростью стал двигаться стрелок, стоящий на гладком льду, после горизонтального выстрела из винтовки? Масса стрелка с винтовкой 70 кг, масса пули 10 г, ее начальная скорость 700 м/с.
- 3 Ящик массой 20 кг поднимают в лифте, ускорение которого равно 1 м/с^2 и направлено вверх. Считая начальную скорость равной нулю на уровне поверхности земли, определите потенциальную энергию ящика через 5 с от начала движения.

Достаточный уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 Тело, брошенное с поверхности земли под углом α к горизонту, упало на землю. Чему равна работа силы тяжести? Как изменилась потенциальная энергия этого тела?
- 2 Автомобиль движется со скоростью 72 км/ч. Перед препятствием шофер затормозил. Какой путь пройдет автомобиль до полной остановки, если коэффициент трения равен 0,2?
- 3 При подвешивании груза массой 5 кг пружина динамометра растянулась до максимального деления шкалы. Жесткость пружины 1 кН/м. Какая работа была совершена при растяжении пружины?
- 4 Найдите КПД наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 0,6 м, если коэффициент трения при движении по ней тела равен 0,1.

ВАРИАНТ 2

- 1 Как будет двигаться тело по наклонной плоскости, если проекция силы тяжести на прямую, параллельную наклонной плоскости, численно равна силе трения?
- 2 Мальчик на санках скатился с горы высотой 12 м. Определите работу силы трения, если у подножья горы скорость была 10 м/с. Общая масса мальчика и санок 50 кг.
- 3 Насос, двигатель которого развивает мощность 25 кВт, поднимает 100 м^3 нефти на высоту 6 м за 8 мин. Найдите КПД установки.
- 4 Трактор имеет тяговую мощность 72 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп массой 5 т на подъем 0,2 при коэффициенте сопротивления 0,4?

ВАРИАНТ 3

- 1 Почему при действии силы трения закон сохранения механической энергии нарушается? Ответ обоснуйте.
- 2 Камень массой 0,4 кг бросили вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Чему равны кинетическая и потенциальная энергии камня на высоте 15 м?
- 3 Поезд отошел от станции и, двигаясь равноускоренно, за 40 с прошел путь 200 м. Найдите массу поезда, если работа силы тяги на этом пути 8000 кДж, а коэффициент сопротивления движению поезда 0,005.
- 4 Падающим с высоты 1,2 м грузом забивают сваю, которая от удара уходит в землю на 2 см. Определите силу удара и его продолжительность, если масса груза 500 кг.

ВАРИАНТ 4

- 1 В чем сходство работ, совершаемых силой тяжести и силой упругости?
- 2 Тело брошено вертикально вверх со скоростью 15 м/с. На какой высоте его кинетическая энергия равна потенциальной энергии? Сопротивление воздуха не учитывать.
- 3 Пуля массой 10 г, летевшая со скоростью 800 м/с, пробила доску толщиной 8 см. После этого скорость пули уменьшилась до

400 м/с. Найдите среднюю силу сопротивления, которая действовала на пулю.

- ④ Подъемный кран за 7 ч поднимает 3000 т строительных материалов на высоту 10 м. Какова мощность двигателя крана, если КПД равен 60 %?

ВАРИАНТ 5

- ① Что общего у потенциальных энергий тела, поднятого над землей, и упруго деформированного тела?
- ② Акробат массой 80 кг спрыгнул с высоты 10 м без начальной скорости, прогнув страховочную сетку на расстояние 40 см. Какова максимальная упругая сила, возникшая в сетке при таком прогибе?
- ③ На какой высоте окажется тело массой 0,25 кг через 3 с, после того как ему сообщили кинетическую энергию 200 Дж?
- ④ Конькобежец массой 80 кг, стоя на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 2 кг со скоростью 10 м/с. На какое расстояние откатится конькобежец, если коэффициент трения коньков о лёд 0,02?

ВАРИАНТ 6

- ① Два автомобиля движутся по прямой дороге навстречу друг другу. Масса первого автомобиля 1,5 т, масса второго автомобиля 3 т. Скорость первого автомобиля в два раза больше скорости второго автомобиля. Равны ли импульсы автомобилей?
- ② Пуля массой 10 г имеет скорость 400 м/с. С какой скоростью пуля продолжит свое движение после пробивания доски толщиной 5 см, если средняя сила сопротивления доски при этом равна 12 кН?
- ③ По склону горы длиной 500 м и высотой 10 м скатываются санки массой 60 кг. Определите среднюю силу сопротивления при скатывании санок, если у основания горы они имели скорость 8 м/с. Начальная скорость санок равна нулю.
- ④ На какой высоте кинетическая энергия свободно падающего тела равна его потенциальной энергии, если на высоте 20 м скорость тела равна 4 м/с?

Высокий уровень

ВАРИАНТ 1

- 1 Мыльный пузырь лопнул. Исчезла ли энергия, затраченная на выдувание пузыря?
- 2 Автомобиль поднимается по склону со скоростью 60 км/ч. Спускаясь по тому же склону с выключенным мотором, он двигался равномерно с той же скоростью. Какую мощность развивает двигатель на подъеме? Уклон равен 0,05; масса автомобиля 2 т.
- 3 Шар массой 400 г налетает на покоящийся шар массой 200 г. После упругого столкновения направление скорости первого шара составляет угол 30° с направлением его начальной скорости. С какими скоростями движутся шары после столкновения, если начальная скорость первого шара 5 м/с?
- 4 Небольшое тело соскальзывает с вершины полусферы радиусом 30 см. На какой высоте тело сорвется с поверхности полусферы и полетит вниз? Трение не учитывать.

ВАРИАНТ 2

- 1 За счет какой энергии взмывает вверх наполненный гелием воздушный шарик, вырвавшийся из рук?
- 2 Пуля массой 20 г, выпущенная под углом α к горизонту, в верхней точке траектории имеет кинетическую энергию 88,2 Дж. Найдите угол α , если начальная скорость пули 600 м/с.
- 3 Обезьяна качалась на тонкой длинной лиане, причем максимальный угол отклонения лианы от вертикального положения был равен 60° . Когда обезьяна находилась в нижней точке, лиана зацепилась серединой за ветку. На какой угол от вертикали отклонится теперь нижняя часть лианы?
- 4 Предмет массой m вращается на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити в нижней точке больше, чем в верхней?

ВАРИАНТ 3

- 1 Чтобы сойти на берег, лодочник направился от кормы лодки к ее носовой части. Почему при этом лодка отошла от берега?

- 2 Маятник массой m отклонен на угол α от вертикали. Какова сила натяжения нити при прохождении маятником положения равновесия?
- 3 Какую горизонтальную скорость нужно сообщить шарiku, висящему на невесомой и нерастяжимой нити длиной 40 см, чтобы нить отклонилась на угол 60° от вертикали?
- 4 Деревянный брусок, движущийся вертикально, падает со скоростью 3 м/с на горизонтальную ленту транспортера, движущегося со скоростью 1 м/с. Брусок после удара не подскакивает. При каком коэффициенте трения брусок не будет проскальзывать по транспортеру?

ВАРИАНТ 4

- 1 Можно ли двигать парусную лодку, направляя на паруса поток воздуха из мощного вентилятора, находящегося на лодке? Что случится, если дуть мимо паруса?
- 2 На сколько сместится неподвижная лодка массой 180 кг, если человек массой 60 кг перейдет в лодке на 2 м ближе к корме? Сопротивление воды не учитывайте.
- 3 Автомобиль движется вверх по пологому склону со скоростью 6 м/с и спускается по тому же пути со скоростью 9 м/с, не меняя мощности двигателя. С какой скоростью будет ехать этот автомобиль по горизонтальному участку той же дороги, если мощность двигателя неизменна? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 4 Тело, соскальзывая с некоторой высоты по наклонному желобу, делает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Радиус петли 80 см. С какой минимальной высоты оно должно соскользнуть, чтобы не сорваться в верхней точке петли? Трение не учитывать.

ВАРИАНТ 5

- 1 С помощью понтонов поднимают затонувший корабль со дна моря. За счет какой энергии происходит этот подъем?
- 2 Камень массой 50 г, брошенный под углом к горизонту с высоты 20 м над поверхностью земли со скоростью 18 м/с, упал на землю со скоростью 24 м/с. Найдите работу по преодолению сил сопротивления воздуха.

- 3 На тросе висит небольшой ящик с песком, в котором застревают пули, летящие со скоростью v . Масса пули m много меньше массы ящика M . Трос отклоняется от вертикали на угол α . Какое число пуль попадает в песок за единицу времени?
- 4 На поверхности земли лежит шар. С его верхней точки из состояния покоя скользит без трения тело, размеры которого малы по сравнению с размерами шара. На высоте 1 м над поверхностью земли тело отделилось от шара. Каков радиус шара?

ВАРИАНТ 6

- 1 При движении автомобиля с максимально допустимой в городе скоростью, как правило, используется не более 15 % максимальной мощности двигателя. В каких же ситуациях двигатель должен работать на полную мощность? В какие виды энергии переходит при этом внутренняя энергия сжигаемого топлива?
- 2 Лыдина площадью поперечного сечения 1 м^2 и толщиной 40 см плавает в озере. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить лыдину в воду?
- 3 При медленном подъеме груза по наклонной плоскости с углом наклона α и коэффициентом трения μ затрачена работа A . Определите, какая часть работы пошла на увеличение внутренней энергии груза и наклонной плоскости.
- 4 Два шарика массами 0,2 кг и 0,1 кг подвешены на параллельных нитях одинаковой длины так, что они соприкасаются. Первый шар отклоняют так, что его центр тяжести поднимается на высоту 4,5 см, и отпускают. На какую высоту поднимутся шары после соударения, если удар неупругий?

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

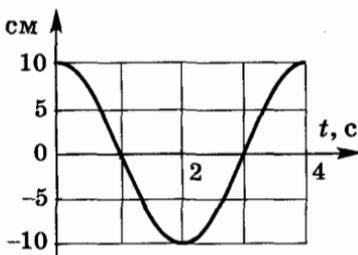
Самостоятельная
работа

33

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Начальный уровень

1. Какие из перечисленных ниже движений являются механическими колебаниями? Укажите все правильные ответы.
 - А. Движение качелей.
 - Б. Движение мяча, падающего на землю.
 - В. Движение звучащей струны гитары.
2. Какие из перечисленных ниже колебаний являются свободными? Укажите все правильные ответы.
 - А. Колебания груза, подвешенного к пружине, после однократного его отклонения от положения равновесия.
 - Б. Колебания диффузора громкоговорителя во время работы приемника.
 - В. Колебания груза на нити, один раз отведенного от положения равновесия и отпущенного.
3. На рисунке приведен график x , см гармонических колебаний. Укажите все правильные утверждения.
 - А. Амплитуда колебаний равна 10 см.
 - Б. Период колебаний 2 с.
 - В. Частота колебаний 0,5 Гц.
4. Какие из перечисленных ниже колебаний являются вынужденными? Укажите все правильные ответы.
 - А. Колебания качелей, раскачиваемых человеком, стоящим на земле.



- Б. Колебание струны гитары.
В. Колебания чашек рычажных весов.
5. За 2 с маятник совершил 8 колебаний. Укажите все правильные утверждения.
А. Период колебаний 4 с.
Б. Период колебаний 16 с.
В. Период колебаний 0,25 с
6. За 5 с маятник совершил 10 колебаний. Укажите все правильные утверждения.
А. Частота колебаний 0,5 Гц.
Б. Частота колебаний 2 Гц.
В. Частота колебаний 50 Гц.

Средний уровень

1. Частота колебаний тела 2000 Гц. Чему равен период колебаний?
2. Период колебаний тела 10^{-2} с. Чему равна частота колебаний?
3. Сколько колебаний совершит материальная точка за 5 с при частоте колебаний 440 Гц?
4. Определите период колебаний материальной точки, совершившей 50 полных колебаний за 20 с.
5. Материальная точка за 1 мин совершила 300 колебаний. Определите период и частоту колебаний.
6. Грузик, колеблющийся на пружине, за 8 с совершил 32 колебания. Найдите период и частоту колебаний.
7. Материальная точка колеблется с частотой 10 кГц. Определите период колебаний и число колебаний в минуту.
8. Период колебаний крыльев шмеля 5 мс. Частота колебаний крыльев комара 600 Гц. Какое из насекомых сделает больше взмахов крыльями за 1 мин и на сколько?

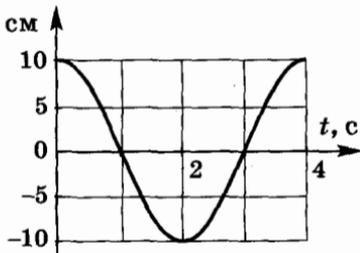
Достаточный уровень

1. Напишите уравнение гармонических колебаний, если частота равна 0,5 Гц, а амплитуда 80 см.
2. Напишите уравнение гармонических колебаний, если за 1 мин совершается 60 колебаний. Амплитуда равна 8 см.

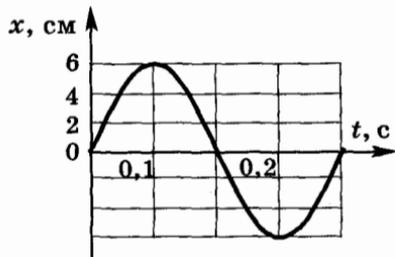
- Дано уравнение колебательного движения $x = 0,4\cos 5\pi t$. Определите амплитуду, период колебания и смещение при $t = 0,1$ с.
- Амплитуда колебаний равна 12 см, частота 50 Гц. Вычислите смещение колеблющейся точки через 0,4 с.
- Тело совершает гармоническое колебание по закону $x = 20\sin \pi t$. Определите амплитуду, период колебания и частоту.
- Амплитуда колебаний 2 см. Сколько времени прошло от начала колебаний, если смещение равно 1 см, а точка совершала колебания по закону $x = X_m \cos \omega t$.
- Напишите закон гармонических колебаний для точки, если амплитуда ее колебаний 5 см, а период колебаний 1 с.
- Напишите закон гармонических колебаний, если амплитуда колебаний 1,2 м, а частота колебаний 0,2 Гц.

Высокий уровень

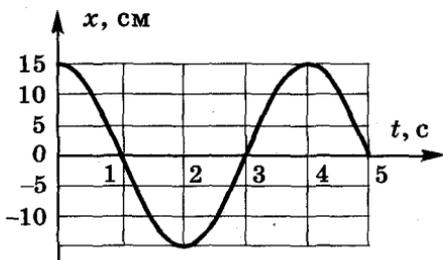
- По графику, приведенному на рисунке, найти амплитуду, период и частоту колебаний. Напишите уравнение гармонических колебаний.



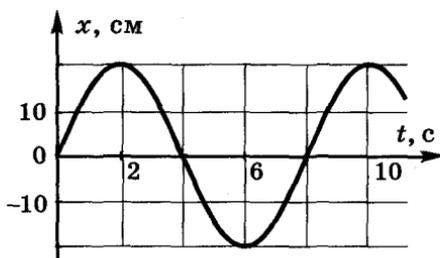
- По графику, приведенному на рисунке, найти амплитуду, период и частоту колебаний. Напишите уравнение гармонических колебаний.



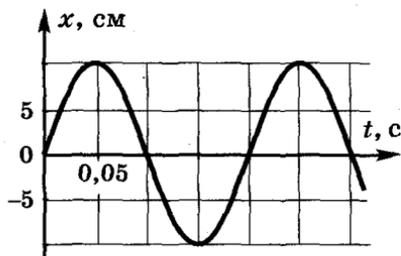
- По графику, приведенному на рисунке, найти амплитуду, период и частоту колебаний. Напишите уравнение гармонических колебаний.



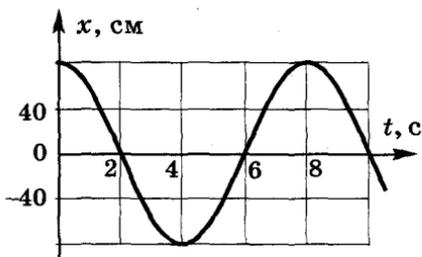
4. По графику, приведенному на рисунке, найти амплитуду, период и частоту колебаний. Напишите уравнение гармонических колебаний.



5. По графику, приведенному на рисунке, найти амплитуду, период и частоту колебаний. Напишите уравнение гармонических колебаний.



6. По графику, приведенному на рисунке, найти амплитуду, период и частоту колебаний. Напишите уравнение гармонических колебаний.



КОЛЕБАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА И ГРУЗА НА ПРУЖИНЕ

Начальный уровень

1. Подвешенный на нити груз совершает малые колебания. Считая колебания незатухающими, укажите все правильные утверждения.
 - А. Чем длиннее нить, тем больше частота колебаний.
 - Б. При прохождении грузом положения равновесия скорость груза максимальна.
 - В. Груз совершает периодическое движение.
2. Подвешенный на пружине груз совершает малые колебания в вертикальном направлении. Считая колебания незатухающими, укажите все правильные утверждения.
 - А. Чем больше жесткость пружины, тем больше период колебаний.
 - Б. Период колебаний зависит от амплитуды.
 - В. Скорость груза изменяется со временем периодически.
3. Подвешенный на нити груз совершает малые колебания. Считая колебания незатухающими, укажите все правильные утверждения.
 - А. Чем длиннее нить, тем меньше период колебаний.
 - Б. Частота колебаний зависит от массы груза.
 - В. Груз проходит положение равновесия через равные интервалы времени.
4. Подвешенный на пружине груз совершает малые колебания в вертикальном направлении. Считая колебания незатухающими, укажите все правильные утверждения.
 - А. Период колебаний зависит от массы груза.
 - Б. При прохождении грузом положения равновесия скорость груза максимальна.

В. Частота колебаний зависит от амплитуды.

5. Какое из приведенных ниже выражений определяет частоту колебаний математического маятника? Укажите все правильные ответы.

А. $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Б. $2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$.

В. $\frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}$.

6. Какое из приведенных ниже выражений определяет период колебаний груза массой m , подвешенного на пружине жесткостью k ? Укажите все правильные ответы.

А. $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$.

Б. $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

В. $2\pi\sqrt{mk}$.

Средний уровень

1. Какова длина математического маятника, если период его колебания равен 2 с?
2. Найдите массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.
3. Пружина под действием прикрепленного к ней груза массой 5 кг совершает 45 колебаний в минуту. Найдите коэффициент жесткости пружины.
4. Ускорение свободного падения на поверхности Луны 1,6 м/с². Какой длины должен быть математический маятник, чтобы его период колебания на Луне был равен 4,9 с?
5. Математический маятник длиной 99,5 см за одну минуту совершал 30 полных колебаний. Определите период колебания

маятника и ускорение свободного падения в том месте, где находится маятник.

6. Груз массой 9,86 кг колеблется на пружине, имея период колебаний 2 с. Чему равна жесткость пружины? Какова частота колебаний груза?
7. Груз висит на пружине и колеблется с периодом 0,5 с. На сколько укоротится пружина, если снять с нее груз?
8. Пружина под действием груза удлинилась на 1 см. Определите, с каким периодом начнет совершать колебания этот груз на пружине, если его вывести из положения равновесия.

Достаточный уровень

1. Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время один из них совершает 10, а другой 30 колебаний?
2. Определите ускорение свободного падения на Луне, если маятниковые часы идут на ее поверхности в 2,46 раза медленнее, чем на Земле.
3. В неподвижном лифте висит маятник, период колебаний которого $T_1 = 1$ с. С каким ускорением движется лифт, если период колебаний этого маятника стал равным $T_2 = 1,1$ с? В каком направлении движется лифт?
4. Во сколько раз изменится период колебаний груза, подвешенного на резиновом жгуте, если отрезать $3/4$ длины жгута и подвесить на его оставшуюся часть тот же груз?
5. При увеличении длины математического маятника на 10 см его период колебаний увеличился на 0,1 с. Каким был начальный период колебаний?
6. Два маятника, длины которых отличаются на 22 см, совершают в одном и том же месте Земли за некоторое время один — 30 колебаний, другой — 36 колебаний. Найдите длины маятников.
7. Медный шарик, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине подвесить вместо медного алюминиевый шарик того же радиуса? (плотность меди равна 8900 кг/м^3 , алюминия — 2700 кг/м^3)

8. Груз массой 4 кг совершает горизонтальные колебания под действием пружины жесткостью 75 Н/м. При каком смещении груза от положения равновесия модуль его скорости равен 5 м/с, если в положении равновесия модуль его скорости равен 10 м/с?

Высокий уровень

1. К пружине весов подвешена чашка с гирями. Период вертикальных колебаний чашки 1 с. После того, как на чашку положили добавочный груз, период стал 1,2 с. На сколько удлинилась пружина от прибавления добавочного груза, если первоначальное удлинение было 4 см.
2. К пружине подвешено тело массой 2 кг. Если к нему присоединить тело массой 300 г, то пружина растянется еще на 2 см. Каков будет период колебаний, если трехсотграммовый довесок снять и предоставить телу массой 2 кг колебаться?
3. Как изменится период колебаний маятника при перенесении его с Земли на Марс, если масса Марса в 9,3 раза меньше массы Земли, а радиус Марса в 1,9 раза меньше радиуса Земли?
4. Груз массой 400 г совершает колебания на пружине жесткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найдите полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость. В каком положении она достигается?
5. С какой частотой будет колебаться палка массой 2 кг и площадью поперечного сечения 5 см², плавающая на поверхности воды в вертикальном положении?
6. В воде плавает брусок из дуба размерами 10 × 20 × 20 см. Брусок слегка погрузили в воду и отпустили. Найдите частоту колебаний бруска. Плотность дуба 800 кг/м³.
7. С каким ускорением a и в каком направлении должна двигаться кабина лифта, чтобы находящийся в ней секундный маятник за 2 мин 30 с совершил 100 колебаний?
8. При какой скорости поезда маятник длиной 11 см, подвешенный в вагоне, особенно сильно раскачивается, если расстояние между стыками рельсов 12,5 м?

**ДЛИНА ВОЛНЫ.
СКОРОСТЬ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН**

Начальный уровень

1. Каковы свойства механических волн? Укажите все правильные ответы.
 - А. Волны переносят энергию.
 - Б. Волны переносят вещество.
 - В. Источником волн являются колеблющиеся тела.
2. Каковы свойства продольных волн? Укажите все правильные ответы.
 - А. Эти волны могут распространяться только в газах.
 - Б. Продольные волны представляют собой чередующиеся разрежения и сжатия.
 - В. Частицы среды при колебаниях смещаются вдоль направления распространения волны.
3. Каковы свойства поперечных волн? Укажите все правильные ответы.
 - А. Поперечные волны представляют собой чередующиеся разрежения и сжатия.
 - Б. Эти волны могут распространяться только в твердых телах.
 - В. Скорость волны равна произведению длины волны на частоту волны.
4. В каких направлениях совершаются колебания в продольной волне? Укажите все правильные ответы.
 - А. Во всех направлениях.
 - Б. Только по направлению распространения волны.
 - В. Только перпендикулярно распространению волны.
5. В каких направлениях совершаются колебания в поперечной волне? Укажите все правильные ответы.

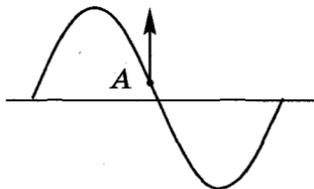
- А. Во всех направлениях.
 Б. Только по направлению распространения волны.
 В. Только перпендикулярно распространению волны.
6. Какие из перечисленных ниже волн являются поперечными? Укажите все правильные ответы.
- А. Волны на поверхности воды.
 Б. Звуковые волны в газах.
 В. Радиоволны.

Средний уровень

1. Определите длину звуковой волны при частоте 200 Гц, если скорость распространения волн равна 340 м/с.
2. Определите расстояние между вторым и пятым гребнями волны, если длина волны равна 0,6 м.
3. Определите скорость звука в воде, если источник звука, колеблющийся с периодом 0,002 с, возбуждает в воде волны длиной 2,9 м.
4. Расстояние между ближайшими гребнями волн в море 10 м. Какова частота ударов волн о корпус лодки, если скорость волн 3 м/с?
5. Мимо неподвижного наблюдателя прошло 6 гребней волн за 20 с, начиная с первого. Каковы длина и период волны, если скорость волн 2 м/с?
6. Период колебания частиц воды равен 2 с, а расстояние между смежными гребнями волн 6 м. Определите скорость распространения этих волн.

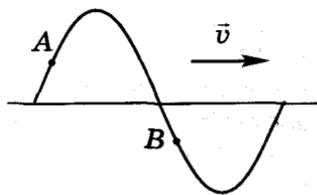
Достаточный уровень

1. а) Почему в жидкой или газообразной средах не возникают поперечные волны?
 б) В бегущей поперечной волне скорость частицы А направлена вверх. В каком направлении движется волна?



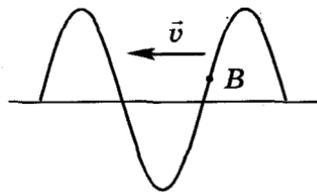
2. а) Почему в твердых телах могут распространяться поперечные и продольные волны?

б) Поперечная волна движется вправо. В каком направлении движутся частицы A и B ?



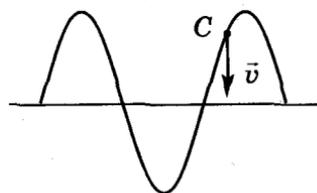
3. а) В каких упругих средах могут возникать поперечные волны?

б) В каком направлении смещается частица B , указанная на рисунке, в поперечной волне, движущейся влево?



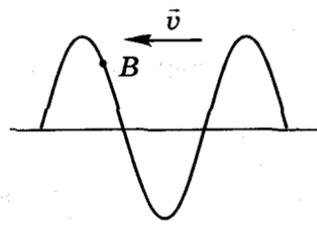
4. а) В чем отличие графика волнового движения от графика колебательно-го движения?

б) Определите направление движения поперечной волны, если частица C имеет направление скорости, указанное на рисунке.



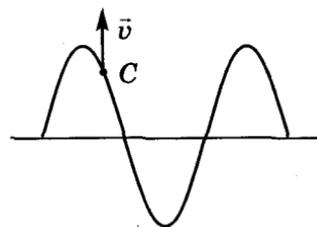
5. а) Какой зависимостью связаны длина волны, скорость распространения волны, частота колебаний?

б) Определите, в каком направлении смещается частица B , если поперечная волна, изображенная на рисунке, движется влево.



6. а) На лодку набегают волны, поднятые теплоходом. Предложите способ определения длины волны.

б) В каком направлении движется поперечная волна, если частица C имеет направление скорости, указанное на рисунке?

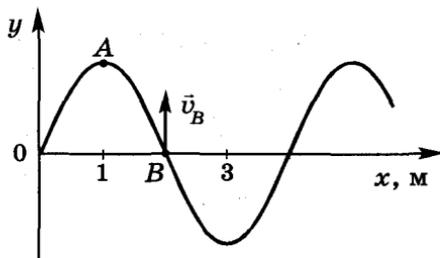


Высокий уровень

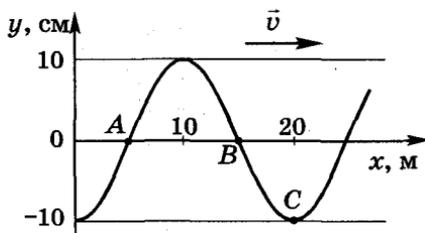
1. Сирена пожарной машины включается каждые две секунды. С какой скоростью мчится эта машина, если наблюдатель, к ко-

тому она приближается, слышит звуки сирены с интервалом 1,8 с?

2. На рисунке изображена поперечная волна в некоторый момент времени. Частота волны равна 0,5 Гц. Чему равна скорость точки A в начальный момент времени? Куда будет направлена скорость точки B через 1,1 с? В каком направлении вдоль оси x движется волна?



3. Самолет летит горизонтально с постоянной скоростью. Когда наблюдатель слышит, что самолет находится над ним, он видит самолет под углом 60° к горизонту. Какова скорость самолета?
4. На рисунке изображена поперечная волна в некоторый момент времени. Скорость волны равна 20 м/с. Чему равна в начальный момент скорость точки C ? Чему равен модуль координаты y точки A через 0,25 с? В одинаковом или противоположном направлениях в начальный момент движутся точки A и B ?



5. Артиллерист услышал звук разрыва снаряда, выпущенного под углом 45° к горизонту, через 2 мин 30 с после выстрела. Какова была начальная скорость снаряда?

ОТВЕТЫ¹

КИНЕМАТИКА

Самостоятельная работа № 1

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
6	4 км; 4 км; 8 км, 0	6 м; 2 м	70 км, 50 км	628 м; 400 м; 1256 м, 0

№	5	6	7	8
6	3,1 м; 2,8 м; 6,28 м; 4 м; 12,56 м; 0	600 м; 424 м	6,28 км; 4 км; 12,56 км, 0; 25,1 км; 0	98 м; 0; 49 м; 35 м

Высокий уровень

№	1	2	3
6	35,7 м, 21,2 м	в 1,57 раза	2,8 км; 30° к направлению на север

№	4	5
6	7 км, 5 км	650 м, 26° к направлению на север

№	6	7	8
6	70 км; 45 км	2,5 км; 2,5 км	22 км; 9,8 км; 5,6 км; 8 км

¹ Ответы приведены с точностью до двух значащих цифр.

Самостоятельная работа № 2

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	5 м/с	50 с	8 м/с	50 ч	64 с	90 км/ч

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6
	4 м/с; -4 м/с	1 м/с; 1 м/с	2 с; 14 м	7,5 с; 18 м	10 с; 50 м	0,5 с; 3 м

Высокий уровень

№	5	6
	$0 < t < 4$ мин	10 с; $0 < t < 2$ мин
	15 км/ч	

Самостоятельная работа № 3

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	2 с; 12 м	1,6 с, 4,8 м	3 с, 9 м	1 с, 6 м

Самостоятельная работа № 4

Средний уровень

№	1	2	3	4
	150 км/ч	20 км/ч; 20 км/ч	40 км/ч	90 км/ч

№	5	6	7	8
	12 м/с; 8 м/с	10 с	19 км/ч; 17 км/ч	2 ч; 6 ч

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6
	2,5 ч; 150 км	0,5 ч	1,5 ч; 30 км	5 м/с	12 ч	45 с

№	7	8	9
	8/15	1,5 мин	6 ч

№	10	11	12
	6 ч 15 мин	2 км/ч	7,5 км/ч; 17,5 км/ч

Высокий уровень

№	2	3	5
	в 7 раз	0,5 ч	4 км/ч; 16 км/ч

№	6	7	8
	1,1 м/с; 0,5 м/с	45 км/ч	100

№	9	10	11	12
	35 мин	$t_1 = \frac{n_1 l_1}{v_1 + v_2}, t_2 = \frac{n_2 l_2}{v_1 + v_2}$	90 км/ч	$l' = l \frac{v-u}{v+u}$

Самостоятельная работа № 5

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	14 км/ч	7,7 м/с	48 км/ч	50 км/ч	40 км/ч	45 км/ч

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	4 км/ч	61,5 км/ч	54 км/ч	6,4 км/ч

№	5	6	7	8
	7,2 км/ч	6 км/ч	72 км/ч; 9 км/ч	50 км/ч

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	0; 45 км/ч	0; 48 км/ч	$\frac{\sqrt{v^2 - u^2}}{v}$	7 км/ч

№	5	6	7	8
	40 км/ч	4 км/ч	1,25	6 с

Самостоятельная работа № 6

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6
	8 м/с	25 с	2 м/с	2 м/с ²	2 м/с ² ; 15 с	1 м/с ² ; 1 м/с ²

Самостоятельная работа № 7

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6	7	8
	4 м/с	0,4 м/с ²	0,6 м/с ²	50 с	7 м/с	25 м	32,4 м	10 с

Достаточный уровень

№	1	2	3
	360 м; 24 м/с	2,25 м/с ² ; 6,7 с	$1,8 \cdot 10^{-3} \text{с}$; $2,2 \cdot 10^5 \text{ м/с}^2$; 280 м/с

№	4	5	6	7	8
	2 м/с ²	5 м; 7 м	1,3 м	5 м/с	0,22 м/с ² ; 0,33 м/с

Высокий уровень

№	1	2	3
	0,45 м/с; 0,3 м/с ²	1 м/с; 2,5 м/с ²	3,2 м/с ² ; 13,6 м/с

№	4	5	
	5 см/с ²	за вторую	3,8 км

Самостоятельная работа № 9

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6	7	8
	180 м	2 с	20 м/с	20 м/с	125 м	3 с	35 м/с	30 м

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6	7	8
	195 м	35 м	4 с	25,6 м/с	28 м	5 м; 40 м	0,45 с; 0,02 с	3 м; 9 м; 15 м

Высокий уровень

№	1	2	3
	15 м; 35 м	7 м/с	1 с

№	4	5
	$t = \tau \left[n + \sqrt{n(n-1)} \right], H = \frac{gt^2}{2} \left[n + \sqrt{n(n-1)} \right]^2$	3,5 м; 2,5 м; 1,5 м; 0,5 м

№	6	7	8
	8,4 с	$t = \frac{l}{g\tau} + \frac{\tau}{2}$	$\tau = \sqrt{\frac{2}{g}} (\sqrt{n_2} - \sqrt{n_1})$

Самостоятельная работа № 10

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	80 м	20 м/с	5 м/с	9 м	10 м/с	20 м/с

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	5 м; 10 м/с	80 м/с	20 м/с; 20 м	в 2,25 раза

№	5	6	7	8
	1 с, 5 с	1,2 с; 2 м; 4,5 м	25 м/с	40 м; 2 с; 4 с

Высокий уровень

№	1	2	3	4	5
	3,7 м/с	2,4 с	18,8 м; 2,5 с	$v = \sqrt{2gh(n-1)}$	$\frac{3}{4}h_{\max}$

№	6	7	8
	$v_0 = g \left(\tau - \frac{t}{2} \right)$	$\Delta t = \frac{v_1 + v_2 + \sqrt{v_1^2 + 2gh} - \sqrt{v_2^2 + 2gh}}{g}$	1,3 м

Самостоятельная работа № 11

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	не изменится	увеличится вдвое	увеличится в два раза	20 м; 24 м	2 с; 3 м/с	50 м

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6
	890 м, 0,9 с	2,8 м	$\frac{\sqrt{2gH}}{2}$	34,4 м	250 м	94 м

Высокий уровень

№	1	2	3	4	5
	2 см	n = 3	650 м/с	$v = \sqrt{\frac{Lg \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}$	1,6 м

Самостоятельная работа № 12

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	60°	30°	35 м	180 м	5 м	2,5 м

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	4 h	6,3 м/с	3:2:1; $\sqrt{3}:3:\sqrt{3}$	80 м/с; 80 м

№	5	6	7	8
	290 м	43 см	0,28 с, 0,72 с	0,73 с, 2,7 с

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	76°	7,1 кг	20 м, 45 м	23 м/с

№	5	6	7	8
	2,1 м	1 м или 7,7 м	в 16,5 раза	$t = \frac{v}{g} (\sin \varphi - \cos \varphi \operatorname{tg} \alpha)$

Самостоятельная работа № 13

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	0,83 м/с ²	1,57 м/с	2 рад/с	3,1 м/с	2,9 м/с ²	5 м/с; 0,5 с

Достаточный уровень

№	1	2	3
	30 км/с	$v_A = 0, v_B = \sqrt{2}\omega R, v_C = 2\omega R, v_O = \omega R$	8,3 м

№	4	5	6
	317 м/с	$v = \frac{2\pi(R_3 + h)}{T_{\text{сут}}}$	40 км/ч

Высокий уровень

№	1	2	3
	4,4 м	$3 \cdot 10^5$ м	$v = 2,5\sqrt{k}$ м/с, где k – число оборотов колеса

№	4	5	6
	26 м/с	$r = \frac{R}{\sqrt{4\pi^2 + 1}}$	$\omega = \frac{2\pi l}{\tau R t g \alpha}$

Контрольная работа № 1

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
3	4 с	3,2 м	25 м	125 м	5 м/с	500 м

Достаточный уровень

№	1	2	3
2	5 м/с	1 ч	60 км/ч
3	4,5 м	в 1,41 раза	2 м/с; 8 м/с
4	$h = \frac{8 v_0^2}{9 2g}$	6 м	14,1 м/с; 1,41 с

№	4	5	6
2	60 с	150 с	6 км/ч; 3 км/ч
3	5 м/с ² ; 22,5 м	36 км/ч	0,2 м/с ² ; 15 м/с
4	40 м	0,64h ₀	1,6 с

Высокий уровень

№	1	2	3
3	60°, 20 м/с	$t = \frac{l - v_2 t_0}{v_1 - v_2}$	100 м/с; 100 м/с; 20 с, 2 км
4	15 м; 10 м/с; 17 м/с	7 с, 245 м	$v_0 = \frac{g}{2} \sqrt{t_0^2 + \frac{8h}{g}}, t = \sqrt{t_0^2 + \frac{8h}{g}}$

№	4	5	6
3	12 м/с, 59° к горизонту	20 м	01 см/с; 2 см/с ²
4	1,8 с, 20 м	0,5 с	20 м; 60 м; 100 м

ДИНАМИКА

Самостоятельная работа № 15

Средний уровень

№	1	2	3	4
	1 Н	1,5 м/с ²	0,84 кг	20 Н

№	5	6	7	8
	150 Н	250 Н	4 м/с ²	4 м/с ² ; 0,8 м/с ²

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	1,5 МН	1 кН	150 кг	375 Н

№	5	6	7	8
	1 кН	15 Н	30 кН	625 Н

Высокий уровень

№	1	2	3	4	5	6
	2,5 м	4 м/с	2 м/с	2,5 м/с	100 м	6 м/с

Самостоятельная работа № 17

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6
	4 мм	1 см	500 Н/м	6 Н/м	2 см	17 мм; 4 м/с

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	1 см	4 к	2 к	160 Н/м

№	5	6
	400 Н/м; 75 Н/м	если больше k , то сила F больше

Самостоятельная работа № 18

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	350 Н	8,2 мм	$4,3 \cdot 10^{-7}$ Н	0,04 мкН	0,001 кг	100 м

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5
	$9R_3$	$1,7 \text{ м/с}^2$	$2,7 \text{ м/с}^2$	13600 км	350 км

№	6	7	8
	$54R_3$ от центра Земли	$2 \cdot 10^{30}$ кг	$6 \cdot 10^{24}$ кг; $5,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Высокий уровень

№	1	2	3	4	5
	351000	2 ч	$3,8 \cdot 10^8$ м	19500 кг/м^3	$2,5 \cdot 10^7$ м

№	6	7	8
	$1,2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	42400 км	$F = G \frac{M \cdot m}{8} \left[\frac{8}{d^2} - \frac{1}{\left(d - \frac{R}{2}\right)^2} \right]$

Самостоятельная работа № 19

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	600 Н	5 кг	2500 кг	180 Н	0,01 м ³	36 Н

№	7	8
	800 кг/м ³ , керосин	полый

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5
6	2,7 кН	400 Н; 100 Н	3,5 кН; 700 Н	2,8 кН	1025 Н

№	6	7	8
6	770 Н, 630 Н	2650 км	67,5 Н

Высокий уровень

№	1	2	3	4	5
6	2650 км	1 ч 25 мин	$\approx 10g$	$\approx 2g, 1,7 \text{ кН}$	за 2 с

№	6	7	8
6	вес уменьшается на 0,35%; на запад, 460 м/с	вес водителя увеличивается в 1,1 раза	в 1,06 раза; вес уменьшается до нуля

Самостоятельная работа № 20

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	15 Н	0,3	0,5	1800 Н	750 кН	0,5 кг

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5
	3 м/с ²	0,06 м	3 с	15 Н; 0,025	6,3 м/с

№	6	7
	20 Н; 0,04	10 Н, 2,5 Н

Высокий уровень

№	3	4	5	6	7	8
	210 Н, 180 Н	0,11	5 Н	5 м/с ²	в $\sqrt{10}$ раз	$0,15 < \mu < 0,2$

Контрольная работа № 2

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	250 Н/м	2 кг	50 Н	10^{-7} Н	780 Н	$0,8 \text{ м/с}^2$
	$1,2 \cdot 10^4$ кг	2 кг	500 Н	10^5 Н/м	120 Н	600 Н

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6
	$1,6 \text{ м/с}^2$	30 с; 0,03	4 кг	0,8 Н	0,3 мм	15 Н
	$6,4 \cdot 10^6$ м	$8,8 \text{ м/с}^2$	0,03 м	$9,7 \text{ м/с}^2$	1,2 кН; 0	$1,2 \text{ м/с}^2$, вниз

Высокий уровень

№	1	2	3
	5 с	2 м/с^2 , вверх	12 кН
	1 с	3,5 м/с	6,4 см
	$1,1 \text{ м/с}^2$	350 км; 20 ч	$3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

№	4	5	6
2	7,5 кН	25 мм	1000 м/с; 27,3 сут
3	0,4; 50 м	8,2 Н	1,4 Н
4	4,5 Н; 3 Н; 1,5 Н; 5 м/с ²	4,2·10 ⁷ м	F > 202 Н

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ ДИНАМИКИ

Самостоятельная работа № 21

Средний уровень

№	1	2	3	4
	350 кН	6 м/с	4,85 кН	20 м/с ²

№	5	6	7	8
	10 м	1,2 кН	500 т	15 Н

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	100 Н	0,04	15 кН	0,2

№	5	6	7	8
	25 с; 14 м/с	3 м/с ² ; 0,9 Н	2,5 м/с ² , 57 Н	$x = \frac{m}{k} \left[a + g \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1} \right) \right]$

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	1,2 Н; 0,8 Н	20 Н, 18,5°; 19 Н	190 кг	15 Н

№	5	6
	0,35; 6 Н	24 Н. Порвется нить, связывающая первый и второй бруски

Самостоятельная работа № 22

Средний уровень

№	1	2	3	4	5
	$a = \frac{g}{3}$	120 Н	$a = \frac{g}{5}$	9,8 м/с ²	$a = \frac{g}{4}$

№	6	7	8
	0,3 с	30 Н, 2,5 м	1,5 м/с ² ; 2,6 Н

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	2,15 м/с ²	1,3 Н	0,2	1,5 Н

№	5	6	7	8
	8,4 Н	2,45 м/с ²	0,35	1,96 м/с ² ; 4,7 Н; 2,35 Н

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	28 Н; 18 Н; 14 Н; 6 Н	1,26 Н	2 м/с ² ; 12 Н; 16 Н	4 м/с ² ; 24 Н; 20 Н; 12 Н

№	5	6	7	8
	25 Н	140 Н	1,4 м/с ²	$T = \frac{2mv^2}{l}$

Самостоятельная работа № 23

Средний уровень

№	1	2	3	4
	200 Н	22°	2,3 кН	55 кН

№	5	6	7	8
	3 м/с ²	3,15 кН	2,5 м/с ²	9 м/с; 2,2 с

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	2,4 м/с ² ; 1,3 с	2,5 с; 8,1 м/с	4 с; 0,35	1,3 с

№	5	6	7	8
	$m = \frac{F}{2g \sin \alpha}$	6,4 кН	10 м/с ² ; 290 Н	16 см

Высокий уровень

№	1	2	3	4	5
	0,1	$t = \sqrt{\frac{2l \cos \alpha}{g \sin(\beta - \alpha)}}$	0,42 м/с ² ; 9,4 Н	2,5 кг	0,35

№	6	7
	$t = \frac{2v \sin \alpha}{g(\sin^2 \alpha - \mu^2 \cos^2 \alpha)}$	$T = m_1 m_3 g \frac{1 + \sin \alpha + \mu \cos \alpha}{m_1 + m_2 + m_3}$

№	8
	$27 \text{ кг} < m_1 < 403 \text{ кг}$

Самостоятельная работа № 24

Средний уровень

№	1	2	3	4
	950 Н	6 кН	$4,1 \cdot 10^6 \text{ Н}$	20 м/с

№	5	6	7	8
	1,2 кН	200 м	68 Н	300 Н

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	4,08 кН	60 м/с	2,2 м/с	1,3 м/с

№	5	6	7	8
	2,8 м/с	8 см	1,9 Н	0,2

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	180 км/ч	2,5 м	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}$	19 м/с; 22°

№	5	6	7	8
	4,8 рад/с; 46 об/мин	1,4 об/с	14°	3 м/с ²

Контрольная работа № 3

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
2	7 кН	1 м/с ²	5,7 м/с	$v_x = 0,15t$	14 Н	2·10 ⁶ кг
3	15 кН	20 кН	600 Н	20 м/с	2 м/с ²	30 м/с

Достаточный уровень

№	1	2	3
2	630 Н	1,6 км/с	560 Н
3	7,1 км/с	0,42	8,2 м/с ²
4	250 Н	78 Н	4 Н

№	4	5	6
2	0,12 м/с ² ; 0,22 Н	64 Н	2 м/с ² ; 2,4 Н
3	47 кН	16 м/с	6,1 Н
4	1 с ⁻¹	0,84	1,2 · 10 ⁵ Н

Высокий уровень

№	1	2	3
2	125 м	19 Н	20 кН
3	а) 220 Н < F < 380 Н ; б) 380 Н; в) 220 Н	3,9 м/с; 1,4 с	2,5 Н

4	$F = F_1 \frac{l-x}{l} + F_2 \frac{x}{l}$	2,7 кН	1 м/с ² ; 6 Н
---	-------------------------------------------	--------	-----------------------------

2	7,1 км/с; 7,14 · 10 ³ с	16 мин 27 с; 7,9 · 10 ⁵ м	7,54 · 10 ³ с; 1,6 км/с
3	11 см	2 м/с ² ; 0,6 Н; 1,2 Н	0,5 Н; 1 Н
4	64 мН	$T = \frac{m_1 F_2 + (m_2 + m_3) F_1}{m_1 + m_2 + m_3}$	5,1 Н, 2,1 м/с ²

СТАТИКА

Самостоятельная работа № 25

Средний уровень

№	2	3	4	5	6
	а) нет; б) да	170 Н	450 Н	80 кг	500 Н

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	15 см	50 см	3,1 кН; 2,4 кН	10 см от большего груза

№	5	6
	40 Н; 50 Н	6 кг

Высокий уровень

№	1	2
	$\mu_{\min} = 0,5; F_{\min} = \frac{1}{2} mg$	2,3 м

№	2	4	5
	$F_{\min} = \frac{mg}{2\sqrt{2}}; \mu_{\min} = \frac{1}{3}$	45°	от 240 г до 760 г

№	6	7	8
	$T = \frac{mg(l+R)}{\sqrt{l(l+2R)}}, F = \frac{mgR}{\sqrt{l(l+2R)}}$	$F = \frac{4}{3} mg \operatorname{tg} \alpha$	$F = \frac{2mgh \operatorname{tg} \alpha}{l \cos \alpha}$

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

Самостоятельная работа № 26

Средний уровень

№	1	2	3
	16 кг · м/с, 48 кг · м/с	30 м/с	0; 24 кг · м/с

№	4	5	6
	свинцового больше в 1,45 раза	100 Н	алюминиевый в 1,4 раза больше

Достаточный уровень

№	1	2	3
	6 Н · с	0,8 кг · м/с	96 кг · м/с, 96 Н · с

№	4	5	6
	14 кг · м/с, 20 кг · м/с, 0	100 Н	$2 \cdot 10^4$ кг · м/с; 10^3 кг

Высокий уровень

№	1	2	3
	$4,3 \cdot 10^{-23}$ Н · с	1,6 кг · м/с	4 кг, $F_x = -2$ Н

№	4	5	6
	15 Н	15 Н	а) 0,2 кг · м/с; б) 0,1 кг · м/с

Самостоятельная работа № 27

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	1 м/с	0,9 м/с	0,2 м/с	5 м/с	3 м/с	20 м/с

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	-12,5 м/с	0,3 м/с	-15 м/с	$2 \cdot 10^4$ Т

№	5	6	7	8
	7,7 м/с	160 м/с	1 м	120 кг

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	0,5 м	1695 м	44 м; 11 м	5 км

№	5	6	7	8
	1,5 км	0,71 м	$L = \frac{2(v_0^2 \sin 2\alpha)}{g} - s$	$v = \frac{sgt_0}{4h}$

Самостоятельная работа № 28

Средний уровень

№	1	2	3	4
	250 Н	48 Дж	1,5 м	0,4 Дж

№	5	6
	$3,6 \cdot 10^9$ Дж	47 кДж

Достаточный уровень

№	1	2	3
	700 Дж	3,2 кДж	1,1 Дж

№	4	5	6
	250 кДж	2 м/с ²	105 кДж

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	3,8 кДж	150 Дж	1:3:5	1:3

№	5	6
	8 Дж	1,5 кДж

Самостоятельная работа № 29

Средний уровень

№	1	2	3	4
	81 МДж	160 Вт	40 с	5,2 кВт

№	5	6	7
	2,5 кВт	3,2 т	1,7 ч

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	5 т	3,6 м/с	170 кВт	2,3 м/с

№	5	6	7	8
	94 с	7,8 МВт	60 кН	9,9 кВт

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	33 кВт	0,09	360 Вт	0,4°

№	5	6	7	8
	60 %	98 м³	80 %	25 кВт

Самостоятельная работа № 30

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	15,6 кВт	2,4 т	80 %	30 кН	83 %	98 %

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6
	80 %	63 %	88 %	12 кДж; 66,7 %	5 кДж; 80 %	56 %

Высокий уровень

№	1	2	3
	50 Н; 800 Дж	1,4 кДж; 73%	98%

№	4	5	6
	25 Н; 1,2 м	83%	75%

Самостоятельная работа № 31

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6	7	8
	0,5 м	4,5 мДж	100 г	780 Дж	4 м	20 м	120 Дж	90 Дж

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	1,3 кДж	3,8 кДж	60 Дж, 90 Дж	20 Дж, 2,5 Дж

№	5	6	7	8
	500 Дж	40 м/с, 2 кг	60 Дж	60°

Высокий уровень

№	1	2	3	4	5
	100 Дж	1000 Дж	50 мДж	525 Дж	0,05

№	6	7
	2 кДж, 1 кДж, 1 кДж	1,5 с

Самостоятельная работа № 32

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	10 м	5 м/с	17 м/с	3,8 м	36 Дж	6,6 м

Достаточный уровень

№	1	2	3	4	5	6	7	8
	8,2 Н	100 Н	300 Н	29 см	1,5 м	10 м/с	0,35 м	0,2 м

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	20 м	550 м/с	6,5 см	18 кН

№	5	6	7	8
	470 м/с	0,4	1000	600 м/с

Контрольная работа № 4

Средний уровень

№	1	2	3
2	2 м/с	2,6 м/с	1 м/с
3	10^7 Вт	100 м	$0,67 \text{ м/с}^2$

№	4	5	6
2	0,04 м/с	3 м/с	0,1 м/с
3	39 Дж	3 МВт	2,5 кДж

Достаточный уровень

№	1	2	3
2	100 м	-3,5 кДж	20 Дж; 60 Дж
3	1,25 Дж	40 %	$1,3 \cdot 10^5$ кг
4	88 %	2,4 м/с	300 кН; 0,008 с

№	4	5	6
2	5,6 м	41,6 кН	200 м/с
3	30 кН	75 м	8,2 Н
4	20 кВт	0,16 м	10,4 м

Высокий уровень

№	1	2	3
2	33 кВт	81°	$T = mg(3 - 2 \cos \alpha)$
3	4,3 м/с; 5 м/с	90°	2 м/с
4	0,2 м	$6 mg$	$\mu > 0,33$

№	4	5	6
2	на 50 см	3,7 Дж	3,6 кДж
3	7,2 м/с	$n = \frac{Mgtg\alpha}{mv}$	$\frac{\mu}{tg\alpha + \mu}$
4	2 м	0,6 м	2 см

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Самостоятельная работа № 33

Средний уровень

№	1	2	3	4
	$5 \cdot 10^{-4}$ с	100 Гц	2200	0,4 с

№	5	6	7	8
	0,2 с; 5 Гц	0,25 с; 4 Гц	10^{-4} с; $6 \cdot 10^5$	комар на 24000 взмахов больше

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	$x = 0,8 \cos \pi t$	$x = 0,08 \cos 2\pi t$	0,4 м; 0,4 с; 0	0,12 м

№	5	6	7	8
	20 м; 2 с, 0,5 Гц	$\frac{1}{6} T$	$x = 0,05 \cos 2\pi t$	$x = 1,2 \cos 0,4\pi t$

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	0,1 м; 4 с; 0,25 Гц	0,06 м; 0,4 с; 2,5 Гц	0,15 м; 4 с; 0,25 Гц	0,2 м; 8 с; 0,125 Гц

№	5	6
	0,1 м; 0,2 с; 5 Гц	0,8 м; 8 с; 0,125 Гц

Самостоятельная работа № 34

Средний уровень

№	1	2	3	4
	1 м	4 кг	110 Н/м	0,97 м

№	5	6	7	8
	2 с; 9,81 м/с ²	97 Н/м; 0,5 Гц	6 см	0,2 с

Достаточный уровень

№	1	2	3	4
	$l_1 : l_2 = 9$	1,6 м/с ²	1,7 м/с ² , вниз	уменьшится в 2 раза

№	5	6	7	8
	2 с	0,72 м, 0,5 м	Уменьшится в 1,8 раза	4 м

Высокий уровень

№	1	2	3	4
	1,8 см	0,73 с	В 1,6 раза увеличится	2,8 Дж, 3,8 м/с

№	5	6	7	8
	0,25 Гц	1,8 Гц	5,6 м/с ² ; ускорение направлено вниз	19 м/с

Самостоятельная работа № 35

Средний уровень

№	1	2	3	4	5	6
	1,7 м	1,8 м	1450 м/с	0,3 с ⁻¹	8 м; 4 с	3 м/с

Высокий уровень

№	1	2	3	4	5
	122 км/ч	0; вниз;	200 м/с	0; 0,1 м;	510 м/с

СОДЕРЖАНИЕ:

КИНЕМАТИКА

<i>Самостоятельная работа № 1</i>	
Азбука кинематики	4
<i>Самостоятельная работа № 2</i>	
Прямолинейное равномерное движение	9
<i>Самостоятельная работа № 3</i>	
Графики прямолинейного равномерного движения	11
<i>Самостоятельная работа № 4</i>	
Сложение перемещений и скоростей, переход в другие системы отсчета	16
<i>Самостоятельная работа № 5</i>	
Простейшие случаи неравномерного движения	21
<i>Самостоятельная работа № 6</i>	
Мгновенная скорость и ускорение при прямолинейном неравномерном движении	24
<i>Самостоятельная работа № 7</i>	
Прямолинейное равноускоренное движение	26
<i>Самостоятельная работа № 8</i>	
Графическое изображение равноускоренного движения	29
<i>Самостоятельная работа № 9</i>	
Свободное падение тел	35
<i>Самостоятельная работа № 10</i>	
Движение тела, брошенного вертикально вверх	38
<i>Самостоятельная работа № 11</i>	
Движение тела, брошенного горизонтально	40
<i>Самостоятельная работа № 12</i>	
Движение тела, брошенного под углом к горизонту	43
<i>Самостоятельная работа № 13</i>	
Криволинейное движение	45
<i>Контрольная работа № 1</i>	
Кинематика	49

ДИНАМИКА

<i>Самостоятельная работа № 14</i>	
Первый закон Ньютона	59
<i>Самостоятельная работа № 15</i>	
Сила. Второй закон Ньютона	61
<i>Самостоятельная работа № 16</i>	
Третий закон Ньютона	64
<i>Самостоятельная работа № 17</i>	
Сила упругости. Закон Гука	67
<i>Самостоятельная работа № 18</i>	
Закон всемирного тяготения	69
<i>Самостоятельная работа № 19</i>	
Сила тяжести. Вес тела	72
<i>Самостоятельная работа № 20</i>	
Силы трения	76
<i>Контрольная работа № 2</i>	
Основы динамики	80

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ ДИНАМИКИ

<i>Самостоятельная работа № 21</i>	
Движение тел в горизонтальном и вертикальном направлениях ..	89
<i>Самостоятельная работа № 22</i>	
Движение системы связанных тел	92
<i>Самостоятельная работа № 23</i>	
Движение тел по наклонной плоскости	98
<i>Самостоятельная работа № 24</i>	
Движение тел по окружности	102
<i>Контрольная работа № 3</i>	
Применение законов динамики	107

СТАТИКА

<i>Самостоятельная работа № 25</i>	
Условия равновесия твердого тела	118

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

<i>Самостоятельная работа № 26</i>	
Импульс тела	122
<i>Самостоятельная работа № 27</i>	
Закон сохранения импульса	125
<i>Самостоятельная работа № 28</i>	
Механическая работа	129
<i>Самостоятельная работа № 29</i>	
Мощность	131
<i>Самостоятельная работа № 30</i>	
Коэффициент полезного действия	134
<i>Самостоятельная работа № 31</i>	
Энергия	136
<i>Самостоятельная работа № 32</i>	
Закон сохранения энергии	139
<i>Контрольная работа № 4</i>	
Законы сохранения в механике	143
<i>Самостоятельная работа № 33</i>	
Основные характеристики гармонических колебаний	152
<i>Самостоятельная работа № 34</i>	
Колебания математического маятника и груза на пружине	156
<i>Самостоятельная работа № 35</i>	
Длина волны. Скорость распространения волн	160
ОТВЕТЫ	164

Кирик Леонид Анатольевич

Физика-9

Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы

Подписано в печать 17.11.2009. Формат 60×88/16.
Усл.-печ. л. 11,73. Тираж 20 000 экз. Заказ 2218.

ООО «Илекса», 105187, г. Москва, Измайловское шоссе, 48а,
сайт: www.ilexa.ru, E-mail: real@ilexa.ru,
факс 8(495) 365-30-55, телефон 8(495) 984-70-83

Отпечатано в ОАО ордена Трудового Красного Знамени
«Чеховский полиграфический комбинат»
142300, г. Чехов Московской области,
сайт: www.chpk.ru, E-mail: marketing@chpk.ru,
факс 8(49672) 6-25-36, факс 8(499) 270-73-00,
отдел продаж услуг многоканальный: 8(499) 270-73-59



Л.Э. Генденштейн, Л.А. Кирик, И.М. Гельфгат
**Задачи по физике для основной школы
 с примерами решений 7-9 кл.**

**Решение ключевых задач по физике для
 основной школы 7-9 кл.**

**Задачи по физике для профильной школы
 с примерами решений 10-11 кл.**

**Решение ключевых задач по физике
 для профильной школы 10-11 кл.**



Сборники задач носят обучающий характер. Многим трудным задачам авторы предпослали специально подобранные подготовительные задачи; в каждом разделе отобран ряд ключевых задач, подробное решение которых приведено в сборниках «Решения ключевых задач по физике».

К части задач даны указания, подсказывающие идею решения. Книги содержат качественные и расчетные задачи, дифференцированные по сложности на 3 уровня. В них также содержится большое количество олимпиадных задач.



Л.А. Кирик
ФИЗИКА
Тренажер

Серия «Готовимся к ЕГЭ»

Представлена система тестов для подготовки учащихся к ЕГЭ по физике. Первый раздел книги (тренировочные работы) предназначен для обучения, второй раздел (проверочные работы) – для самоконтроля. Каждая тема первого раздела состоит из 4-х частей: часть 1 – задания с одним правильным ответом; часть 2 – задания на «логические пары»; часть 3 – задания с коротким ответом; часть 4 – задания с развернутым ответом.

Учащиеся могут не только получить правильный ответ на то или иное утверждение, но и получить достаточный теоретический материал, который органически вписан в решение той или иной задачи.

Второй раздел книги содержит задачи для самостоятельного решения. Ко всем задачам даны ответы.

Работа с книгой позволяет ученику подготовиться к различным видам тестирования, в том числе получить необходимый для этого теоретический материал.

Учителя могут использовать книгу для изложения нового и для закрепления изученного материала, а также для контроля знаний учащихся.

Л.А. Кирик
ФИЗИКА
Методика подготовки
Серия «Готовимся к ЕГЭ»

Материалы пособия помогут школьникам лучше подготовиться к ЕГЭ по физике, а учителю лучше организовать учебный процесс.



Л.А. Кирик

ФИЗИКА 9

САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ
И КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ



книги МВ7059385 Физика.
9 класс. Разноуровневые
самостоятельные и контро
льные работы. Издание 1

ISBN 978-5-89237-301-2



9 785892 373012

