

1 Кинематика

1.1 Виды движения. Система отсчета. Материальная точка.

1.1.1⁰ Что на рисунке 1 движется поступательно, а что вращательно?

1.1.2⁰ Какие элементы аттракциона "Колесо обозрения" (Рис. 2) движутся поступательно, а какие вращательно?

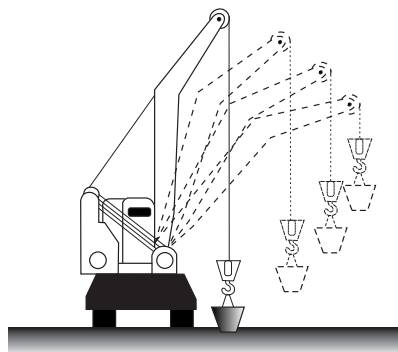


Рис. 1:

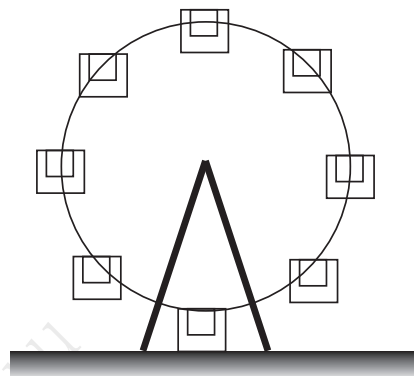


Рис. 2:

1.1.3⁰ Известно, что траектории двух материальных точек пересекаются. Столкнутся ли эти точки?

1.1.4⁰ В каких случаях человека можно считать материальной точкой: а) человек идет из дома на работу; б) человек выполняет гимнастические упражнения; в) человек совершает путешествие на пароходе; г) при измерении роста этого человека?

1.1.5⁰ В каких случаях тело можно принять за материальную точку: а) вычисляют давление вездехода на грунт; б) определяют положение самолета, выполняющего рейс С.-Петербург-Москва; в) определяют объем тела; г) вычисляют скорость движения Марса вокруг Солнца; д) измеряют массу тела при помощи весов.

1.2 Действия с векторами.

1.2.1 Два вектора лежат на одной прямой и направлены в стороны. Куда направлен вектор их суммы и чему равен его модуль, если модули слагаемых векторов различны? одинаковы? Сделайте рисунки.

1.2.2 Начертите два вектора, выходящие из одной точки. Модули их одинаковы и равны a и b . Чему равна векторная сумма этих двух векторов, если угол между ними равен: 0° , 90° , 120° , 180° ?

1.2.3 Вектор \vec{c} является суммой векторов \vec{a} и \vec{b} . Найдите модуль вектора \vec{c} , если векторы \vec{a} и \vec{b} заданы на плоскости следующими значениями своих проекций: $a_x = 4$ см, $b_x = -1$ см, $a_y = 2$ см, $b_y = -6$ см.

1.2.4 Два вектора расположены на одной прямой и направлены в одну сторону. Куда направлен вектор их разности и чему равен его модуль? Ответьте на этот же вопрос, если векторы направлены в противоположные стороны.

1.2.5 Вектор \vec{c} является разностью векторов \vec{a} и \vec{b} . Найдите модуль вектора \vec{c} , если векторы \vec{a} и \vec{b} заданы следующими значениями своих проекций: $a_x = -1$ см, $b_x = 2$ см, $a_y = -2$ см, $b_y = -6$ см.

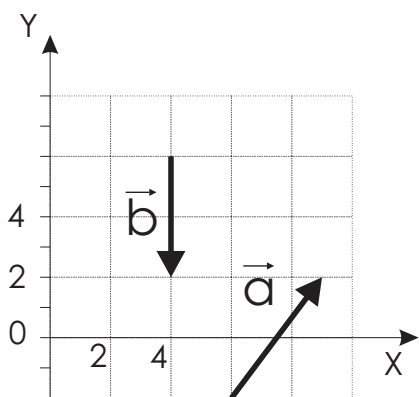


Рис. 3:

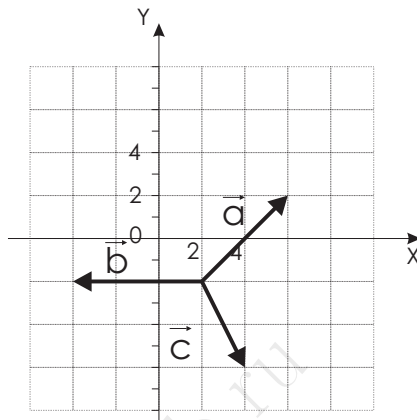


Рис. 4:

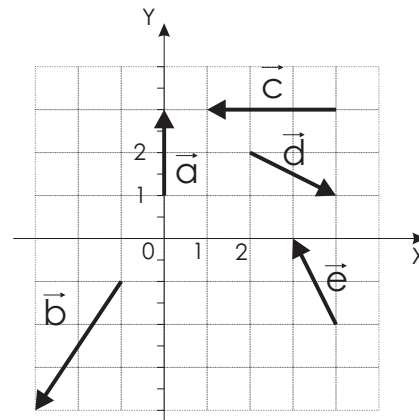


Рис. 5:

1.2.6 Даны два вектора (Рис.3). Найдите вектор $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$, $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$, $\vec{e} = \vec{b} - \vec{a}$

1.2.7 Даны вектора (Рис.5). Найдите вектор $\vec{g}_1 = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d} + \vec{e}$, $\vec{g}_2 = \vec{a} + \vec{b} - \vec{c}$, $\vec{g}_3 = -\vec{b} - \vec{e} + \vec{d}$

1.2.8 Найдите величину векторов и их проекции на координатные оси (Рис. 4 и 5).

1.2.9 Составьте векторное уравнение для трех векторов рис.4. Найдите проекции данных векторов на координатные оси.

1.3 Траектория. Путь. Перемещение.

1.3.1⁰ Путь или перемещение мы оплачиваем при поездке в такси? Самолете?

1.3.2⁰ Известно, что траектории двух материальных точек пересекаются. Столкнутся ли эти точки?

1.3.3⁰ Мяч упал с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м. Найти путь и перемещение мяча.

1.3.4 Движущийся равномерно автомобиль сделал разворот, описав половину дуги окружности. Сделать чертеж, на котором указать пути и перемещения автомобиля за все время разворота и за треть этого времени. Во сколько раз пути, пройденные за указанные промежутки времени, больше модулей векторов соответствующих перемещений?

1.3.5 Тело переместилось из точки с координатами $x_1 = 0$ м, $y_1 = 2$ м в точку с координатами $x_2 = 4$ м, $y_2 = -1$ м. Сделать чертеж, найти перемещение и его проекции на координатные оси.

1.3.6 Вертолет, пролетев по прямой 400 км, повернул под углом 90° и пролетел еще 300 км. Найти путь и перемещение вертолета.

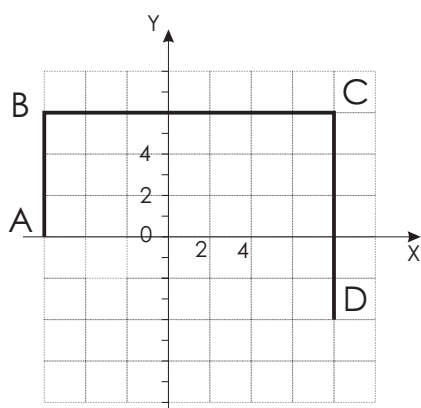


Рис. 6:

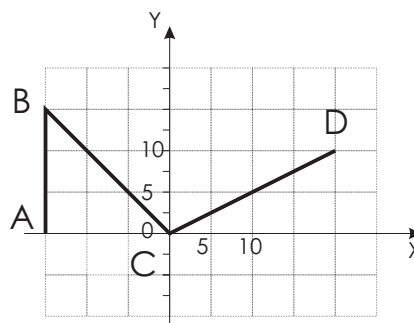


Рис. 7:

1.3.7 На рисунке 6 и рисунке 7 показана траектория движения материальной точки. Начальное положение А, конечное - D. Найдите путь, величину перемещения и постройте вектор перемещения на участке движения между точками А и В, А и D.

1.3.8 Катер прошел по озеру в направлении точно на север-восток 2 км, а затем еще 1 км на север. Найти графически и аналитически величину и направление перемещения катера.

1.3.9 Ученик прошел сначала 400 м на северо-запад, затем 500 м на восток и еще 300 м на север. Найти графически перемещение ученика.

1.3.10 Катер прошел из пункта А по озеру 5 км, затем развернулся и двигался под углом 30° к первоначальной траектории до тех пор, пока направление на пункт А не стало составлять 90° с направлением его движения. Каково перемещение катера? Какой путь прошел катер?

1.4 Равномерное прямолинейное движение.

1.4.1 По заданным графикам (Рис. 8) найти начальные координаты и проекции скорости их движения. Написать уравнения движения и аналитически определить место и время встречи.

1.4.2 Графики движения двух тел, представлены на рис.9. Написать уравнения движения. Что означают пересечения графиков с осями координат.

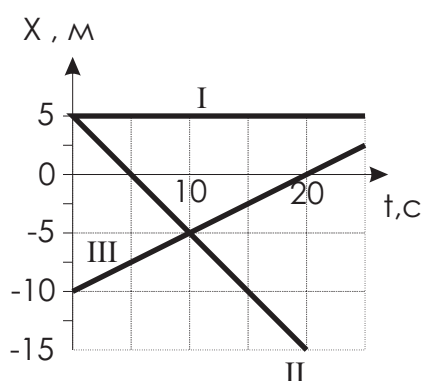


Рис. 8:

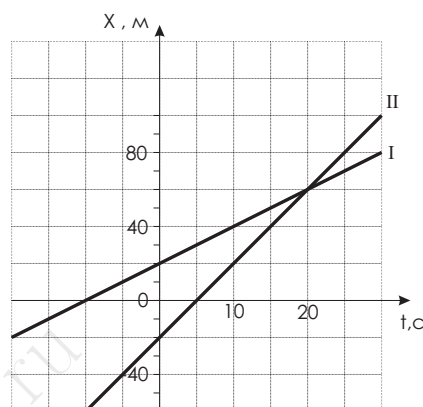


Рис. 9:

1.4.3 Движение двух велосипедистов заданы уравнениями: $x_1(t) = 5t$, $x_2(t) = 50 - 10t$. Найти начальные координаты, скорости велосипедистов. Построить графики зависимости $x(t)$. Найти, аналитически место и время встречи велосипедистов и проверить полученные значения по графикам.

1.4.4 Движение грузового автомобиля описывается уравнением $x = -270 + 12t$. Опишите характер движения автомобиля. Найдите начальную координату, модуль и направление вектора скорости, координату и перемещение автомобиля за 20 с. Когда автомобиль пройдет через начало координат? Постройте график зависимости $x(t)$ и $v(t)$.

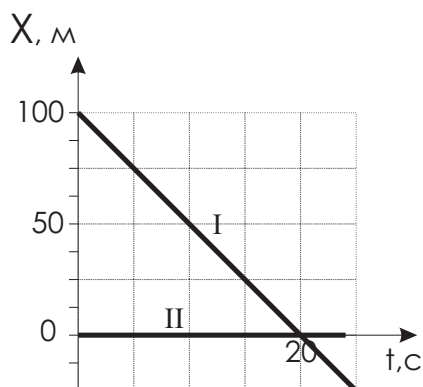


Рис. 10:

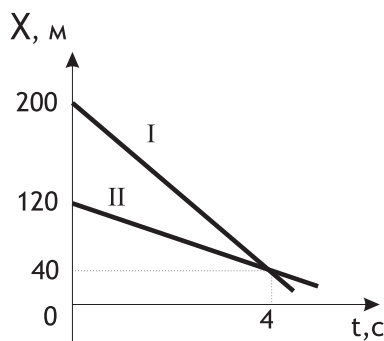


Рис. 11:

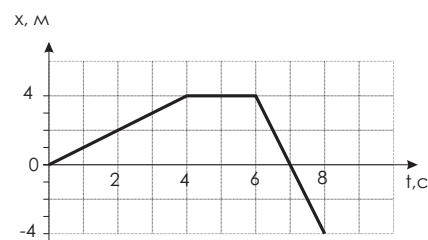


Рис. 12:

- 1.4.5** Движение велосипедиста описывается уравнением $x = 150 - 10t$. Опишите характер движения велосипедиста, найдите начальную координату, модуль и направление вектора скорости. В какой момент времени велосипедист проедет мимо автостанции, если ее координата равна $x = 100$ м?
- 1.4.6** На рисунке 10 представлены графики движения двух тел. Напишите уравнения движения каждого тела, опишите характер движения. Какой смысл имеет точка пересечения этих графиков?
- 1.4.7** Опишите, как движутся автобусы, если их движение описывается графиками, изображенными на рисунке 11. Найдите начальные координаты, модули и направления скоростей, напишите уравнения зависимости $x(t)$, найдите место и время встречи.
- 1.4.8** Радиолокатор дважды засек координаты тела, движущегося равномерно по прямой: $x_1 = 20$ м, через 2 мин $x_2 = 220$ м. С какой скоростью двигалось тело? Постройте график скорости, напишите уравнение движения, постройте график движения.
- 1.4.9** Точка M совершает движение в плоскости XOY . Координаты точки в зависимости от времени изменяются так: $x(t) = -4t$, $y(t) = 6 + 2t$. Запишите уравнение траектории $y(x)$ точки M . Найдите начальные координаты движущейся точки и ее координаты через 1 с после начала движения.
- 1.4.10** На рисунке 12 изображен график координаты от времени, когда материальная точка движется вдоль координатной оси X . Опишите характер движения. Постройте графики зависимости проекции и модуля скорости от времени, пути от времени.
- 1.4.11** Тело движется равномерно вдоль оси X противоположно ее направлению. Модуль скорости равен 54 км/ч. Начальная координата равна -20 м. Написать уравнение координаты движения данного тела. Найти положение тела через 4 с после начала движения. Найти путь пройденный телом за 4 с. Построить график координаты и скорости.
- 1.4.12** По шоссе со скоростью 16 м/с движется автобус. Человек находится на расстоянии 60 м от шоссе и на расстоянии 400 м от автобуса. В каком направлении должен бежать человек, чтобы оказаться в какой-либо точке шоссе одновременно с автобусом или раньше него? Человек может бежать со скоростью 4 м/с.

1.5 Уравнение скорости равнопеременного прямолинейного движения

- 1.5.1** Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через сколько времени от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с?
- 1.5.2** Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,3 м/с². Какую скорость приобретает велосипедист через 20 с, если его начальная скорость равна 4 м/с?
- 1.5.3** Зависимость скорости от времени при разгоне автомобиля задана формулой $v_x(t) = 10 + 0,8t$. Построить график зависимости проекции скорости от времени, и найти проекцию скорости в конце пятой секунды.
- 1.5.4** Скорость поезда за 20 с уменьшилась с 72 до 54 км/ч. Написать формулу зависимости скорости от времени $v_x(t)$ и построить график этой зависимости.
- 1.5.5** По заданным графикам на рис. 13 написать уравнение скорости каждого тела. Что означают точки пересечения графиков друг с другом? Что означают точки пересечения графиков с осями?

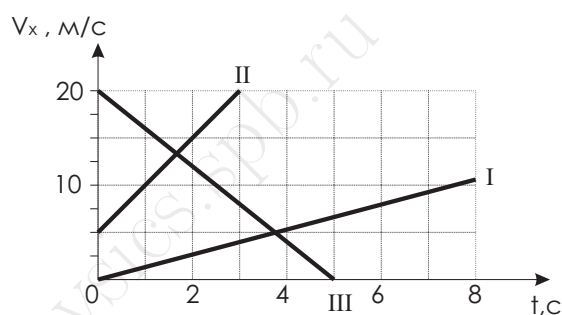


Рис. 13:

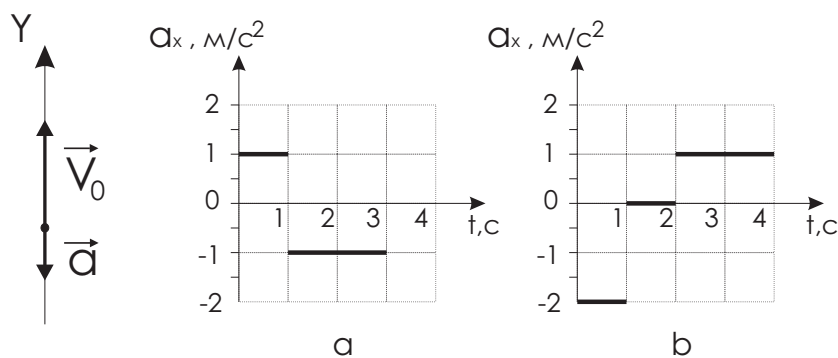


Рис. 14:

Рис. 15:

- 1.5.6** На рис. 14 показан вектор скорости в начальный момент времени и вектор ускорения материальной точки. Написать уравнение проекции скорости на координатную ось и построить график скорости для первых 6 с движения, если начальная скорость 30 м/с, а ускорение 10 м/с². Найти скорость через 2 с после начала движения. Опишите характер движения тела. Приведите пример такого движения.

- 1.5.7** По графикам ускорения, приведенным на рис.15, построить графики скорости, если в начальный момент скорость движения материальной точки $v_x(0) = -2$ м/с.
- 1.5.8** Проекция скорости материальной точки изменяется по закону $v_x(t) = 10 + 2t$. а) Определите характер движения точки; б) Найдите модуль и направление начальной скорости; в) Найдите проекцию ускорения, ускорение и его направление; г) Какой будет скорость точки через 5 с и 10 с от начала движения; д) Постройте график зависимости $v_1(t)$; е) Постройте график зависимости проекции ускорения от времени.
- 1.5.9** Мотоциклист за первые 2 ч проехал 90 км, а следующие 3 ч двигался со скоростью 50 км/ч. Какова средняя скорость мотоциклиста на всем пути?
- 1.5.10** Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью 20 м/с, а вторую половину - со скоростью 30 м/с. Найдите среднюю скорость автомобиля на всем пути.
- 1.5.11** Первую четверть пути поезд прошел со скоростью 60 км/ч. Средняя скорость на всем пути составила 15 м/с. Найти скорость на вторых трех четвертях пути.

1.6 Равнопеременное прямолинейное движение.

- 1.6.1** Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь он пройдет за три секунды? Какой путь он пройдет за третью секунду?
- 1.6.2** За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$, пройдет 30 м?
- 1.6.3** При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч , остановился через 5 с. Найти ускорение и тормозной путь.
- 1.6.4** При скорости 15 км/ч тормозной путь автомобиля равен 1,5 м. Каким будет тормозной путь при скорости 90 км/ч ? Ускорение в обоих случаях одно и то же.
- 1.6.5** 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?
- 1.6.6** Уравнение движения материальной точки имеет вид $x(t) = 10 + 0,4t^2$. Написать уравнение скорости и построить график скорости. Показать на графике путь, пройденный телом за 4 с и вычислить этот путь.
- 1.6.7** Уравнения движения по шоссе велосипедиста, пешехода и бензовоза имеют вид: $x_1(t) = 0,4t^2$, $x_2(t) = 400 - 0,6t$ и $x_3(t) = -300$ соответственно. Найти для каждого из тел: координату в момент начала наблюдения, проекцию на ось X начальной скорости и ускорения, а также направления и вид движения.
- 1.6.8** Движение двух автомобилей по шоссе заданы уравнениями $x_1(t) = 2t + 0,2t^2$ и $x_2(t) = 40 - 4t$. Описать характер движения автомобилей. Найти время и место встречи автомобилей, расстояние между ними через 5 с от начала наблюдения, координату первого автомобиля в тот момент времени, когда второй находился в начале отсчета.
- 1.6.9** Движение двух мотоциклистов заданы уравнениями $x_1(t) = 15 + t^2$ и $x_2(t) = 8t$. Описать характер движения каждого мотоциклиста, найти место и время встречи.
- 1.6.10** Велосипедист начал свое движение из состояния покоя и в течении первых 4 с двигался с ускорением 1 м/с^2 , затем в течении 0,1 мин он двигался равномерно и последние 20 м - равнозамедленно до остановки. Построить график скорости. Найти весь путь и среднюю скорость за все время движения.
- 1.6.11** Расстояние между двумя станциями поезд прошел со средней скоростью 72 км/ч за 20 мин. Разгон и торможение вместе длились 4 мин, а остальное время поезд двигался равномерно. Какой была скорость поезда при равномерном движении, если ускорение при разгоне и торможение были одинаковые по величине?
- 1.6.12** В момент начала наблюдения, расстояние между двумя телами было равно 6,9 м. Первое тело движется из состояния покоя с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Второе движется вслед за ним, имея начальную скорость 2 м/с и ускорение $0,4 \text{ м/с}^2$. Написать уравнение координаты для каждого тела в системе отсчета в которой при $t = 0$ координаты тел принимают значения $x_1(0) = 6,9 \text{ м}$ и $x_2(0) = 0$. Найти время и место встречи этих тел.

1.6.13 График зависимости ускорения тела от времени имеет форму, изображенную на рис. 16. Начертить графики зависимости скорости, координаты и пути, пройденного телом, от времени. Начальная скорость тела равна нулю (на участке разрыва ускорение равно нулю).

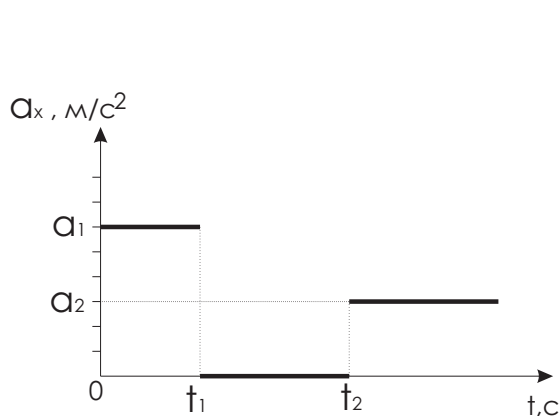


Рис. 16:

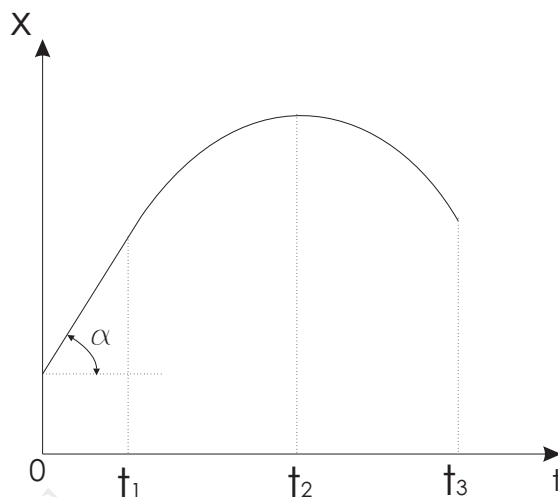


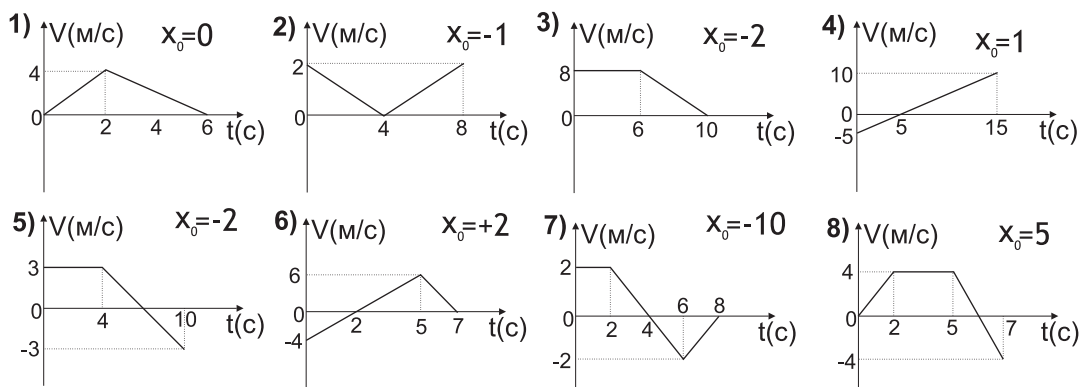
Рис. 17:

1.6.14 На рис. 17 дан график зависимости координаты тела от времени. После момента $t = t_1$ кривая графика — парабола. Что за движение изображено на этом графике? Построить график зависимости скорости тела от времени.

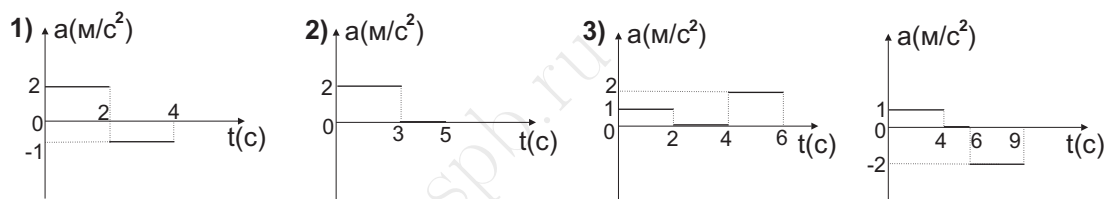
1.6.15 Пуля, летящая со скоростью 400 м/с, ударяет в земляной вал и проникает в него на глубину 36 см. Сколько времени двигалась она внутри вала? С каким ускорением? Какова была ее скорость на глубине 18 см? На какой глубине скорость пули уменьшилась в три раза? Движение считать равнопеременным. Чему будет равна скорость пули к моменту, когда пуля пройдет 99% своего пути?

1.6.16 По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии $l = 30$ см от начала пути шарик побывал дважды: через $t_1 = 1$ с и через $t_2 = 2$ с после начала движения. Определить начальную скорость v_0 и ускорение a движения шарика, считая его постоянным.

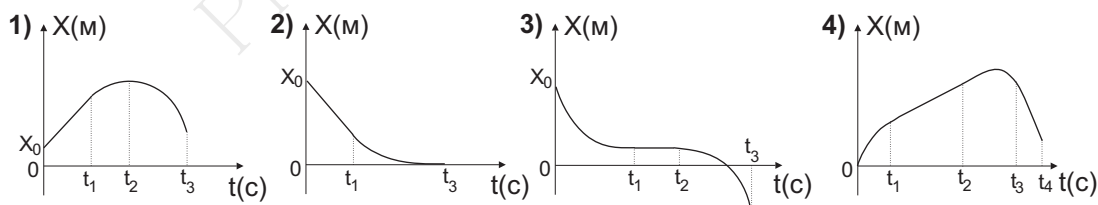
1.6.17 По графику скорости определить характер движения тела, найти пути пройденные телом на каждом участке, весь путь, среднюю скорость. Построить графики ускорения, пути и координаты.



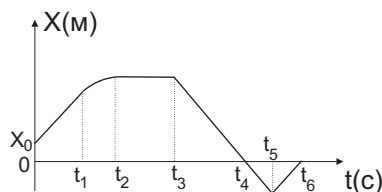
1.6.18 По графику ускорения построить графики $v(t)$, $x(t)$, $S(t)$. Считать, что тело движется из состояния покоя параллельно оси OX из точки с координатой $x_0 = 0$



1.6.19 По графику координаты построить графики $a(t)$, $v(t)$, $S(t)$. Считать, что тело движется параллельно оси OX . Описать характер движения.



1.6.20 Используя график координаты охарактеризуйте движение на каждом из указанных промежутков времени.




- Что означают изломы на графике $x(t)$
- Постройте график скорости $v(t)$. Что означают разрывы на графике $v(t)$?
- Могут ли быть изломы на графике скорости $v(t)$?
- Могут ли быть разрывы на графике координаты $x(t)$?

- 1.6.21** Первый вагон трогającegoся от остановки поезда проходит за 3 с мимо наблюдателя, находившегося до отправления поезда у начала этого вагона. За сколько времени пройдет мимо наблюдателя весь поезд, состоящий из 9 вагонов? Промежутками между вагонами пренебречь.
- 1.6.22** Велосипедист начинает равноускоренное движение, когда мимо него проходит человек с постоянной скоростью. Велосипедист догоняет человека, когда скорость велосипедиста равна 4 м/с. Найти скорость человека.

1.7 Движение тел по вертикали. Свободное падение.

- 1.7.1** Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте и через сколько времени скорость тела по модулю будет в три раза меньше, чем в начале подъема?
- 1.7.2** Во сколько раз надо увеличить начальную скорость брошенного вверх тела, чтобы высота подъема увеличилась в 4 раза?
- 1.7.3** Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Написать уравнение движения и найти, через какой промежуток времени тело будет на высоте: а) 15 м; б) 20 м; в) 25 м.
- 1.7.4** С балкона, находящегося на высоте 25 м над поверхностью земли, бросили вертикально вверх мячик со скоростью 10 м/с. Написать уравнение движения, выбрав за начало отсчета: а) точку бросания; б) поверхность земли. Найти, через сколько времени мячик упадет на землю.
- 1.7.5** Тело бросают вертикально вверх. Наблюдатель замечает промежуток времени t_0 между двумя моментами, когда тело проходит точку В, находящуюся на высоте h . Найти начальную скорость бросания v_0 и время всего движения тела t .
- 1.7.6** Из точек А и В, расположенных по вертикали (точка А выше) на расстоянии $l = 100$ м друг от друга, бросают одновременно два тела с одинаковой скоростью 10 м/с: из А — вертикально вниз, из В — вертикально вверх. Через сколько времени и в каком месте они встретятся?
- 1.7.7** Два тела брошены вертикально вверх из одной и той же точки с одинаковой начальной скоростью $v_0 = 19,6$ м/с с промежутком времени $\tau = 0,5$ с. Через какое время t после бросания второго тела и на какой высоте h встретятся тела?
- 1.7.8** Аэростат поднимается с Земли вертикально вверх с ускорением $a = 2$ м/с². Через $\tau = 5$ с от начала его движения из него выпал предмет. Через сколько времени t этот предмет упадет на Землю?
- 1.7.9** Лифт поднимается с ускорением 2 м/с². В тот момент, когда его скорость стала равна 2,4 м/с, с потолка лифта начал падать болт. Высота лифта 2,47 м. Вычислить время падения болта и расстояние, пройденное болтом относительно шахты.
- 1.7.10** Тело падает, с высоты 100 м без начальной скорости. За какое время тело проходит первый и последний метры своего пути? Какой путь проходит тело за первую, за последнюю секунду своего движения?

- 1.7.11 Свободно падающее тело прошло последние 30 м за время 0,5 с. Найти высоту падения.
- 1.7.12 Свободно падающее тело за последнюю секунду падения прошло $1/3$ своего пути. Найти время падения и высоту, с которой упало тело. 
- 1.7.13 С какой начальной скоростью v_0 надо бросить вниз мяч с высоты h , чтобы он подпрыгнул на высоту $2h$? Трением о воздух и другими потерями механической энергии пренебречь.
- 1.7.14 С каким промежутком времени оторвались от карниза крыши две капли, если спустя две секунды после начала падения второй капли расстояние между каплями было 25 м? Трением о воздух пренебречь.

1.8 Равномерное движение по окружности.

- 1.8.1 Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее секундной. Найти отношение скоростей концов стрелки.
- 1.8.2 При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли период его обращения увеличивается в 8 раз. Во сколько раз изменяется скорость движения спутника по орбите?
- 1.8.3 Луна движется вокруг Земли на расстоянии 380 000 км от нее, совершая один оборот за 27,3 суток. Вычислите нормальное ускорение Луны.
- 1.8.4 Каково центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 200 м со скоростью 36 км/ч?
- 1.8.5 Скорость точек экватора Солнца при его вращении вокруг своей оси равна 2 км/с. Найти период вращения Солнца вокруг своей оси и центростремительное ускорение точек экватора, если радиус Солнца равен $700 \cdot 10^3$ км.
- 1.8.6 С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение равнялось ускорению свободного падения?
- 1.8.7 Найти центростремительное ускорение точек колеса автомобиля, соприкасающихся с дорогой, если автомобиль движется со скоростью 72 км/ч и при этом частота вращения колеса 8 Гц.
- 1.8.8 Движение от шкива I (Рис. 18) к шкиву IV передается при помощи двух ременных передач. Найти частоту вращения шкива IV, если шкив I делает 1200 об/мин, а радиусы шкивов $r_1 = 8$ см, $r_2 = 32$ см, $r_3 = 11$ см, $r_4 = 55$ см. Шкивы II и III жестко укреплены на одном валу.
- 1.8.9 Две материальные точки движутся по окружности радиусами R_1 и R_2 , причем $R_1 = 2R_2$. Сравнить их центростремительные ускорения в случаях: 1) равенства их скоростей; 2) равенства их периодов.
- 1.8.10 Детский заводной автомобиль, двигаясь равномерно, прошел расстояние S за время t . Найти частоту вращения и центростремительное ускорение точек на ободе колеса, если диаметр колеса равен d .

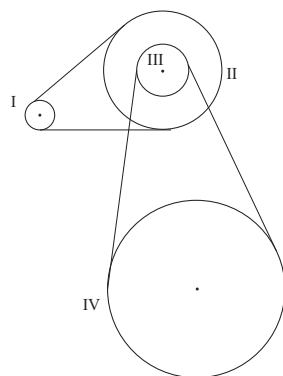


Рис. 18:

- 1.8.11** Определить радиус R маховика, если при вращении скорость точек на его ободе $v_1 = 6 \text{ м/с}$, а скорость точек, находящихся на $l = 15 \text{ см}$ ближе к оси, $v_2 = 5,5 \text{ м/с}$?
- 1.8.12** Линейная скорость точек окружности вращающегося диска равна $v_1 = 3 \text{ м/с}$, а точек, находящихся на расстоянии $l = 10 \text{ см}$ ближе к оси вращения, $v_2 = 2 \text{ м/с}$. Сколько оборотов делает диск в минуту?
- 1.8.13** Найти линейную скорость v и центростремительное ускорение точек на поверхности земного шара: а) на экваторе, б) на широте $\varphi = 60^\circ$. Средний радиус земного шара $R = 6400 \text{ км}$.
- 1.8.14** Самолет выполняет "мертвую" петлю в вертикальной плоскости, двигаясь с постоянной по модулю скоростью. Определите минимальную скорость движения самолета при радиусе петли 160 м и максимальный радиус "петли" при скорости движения самолета в 100 м/с .

1.9 Неравномерное движение по окружности.

- 1.9.1** При вращении тела по окружности угол между полным ускорением a и линейной скоростью v равен $\alpha = 30^\circ$. Найти отношение нормального и касательного ускорений.
- 1.9.2** Материальная точка движется по окружности радиуса $R = 20\text{см}$ равноускоренно с касательным ускорением $a_\tau = 5\text{см/с}^2$. Через какое время t после начала движения нормальное (центростремительное) ускорение a_n будет больше a_τ в $n = 2$ раза?
- 1.9.3** Материальная точка, начав двигаться равноускоренно по окружности радиуса $R = 1\text{м}$ прошла за время $t_1 = 10\text{с}$ путь $s = 50\text{м}$. С каким нормальным ускорением a_n двигалась точка спустя время $t_2 = 5\text{с}$ после начала движения?
- 1.9.4** Поезд въезжает на закругленный участок пути с начальной скоростью $v_0 = 54\text{км/ч}$ и проходит путь $s = 600\text{м}$ за время $t = 30\text{с}$. Радиус закругления $R = 1\text{км}$. Определить скорость v и полное ускорение a поезда в конце этого пути.
- 1.9.5** Велосипедист едет по закруглению велотрека радиусом $R = 30\text{м}$. При движении с постоянным по модулю тангенциальным ускорением его скорость за 5с увеличилась с 5 до 10 . Определите тангенциальное, центростремительное и полное ускорения велосипедиста в конце 15 секунды разгона.

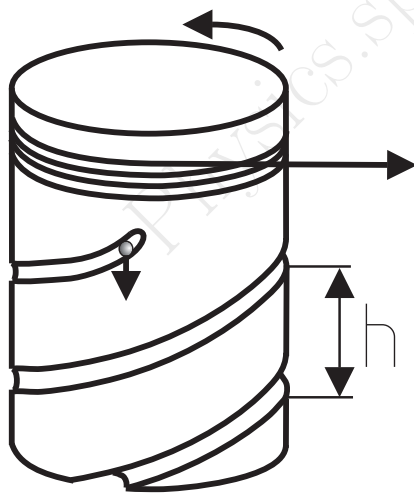


Рис. 19:

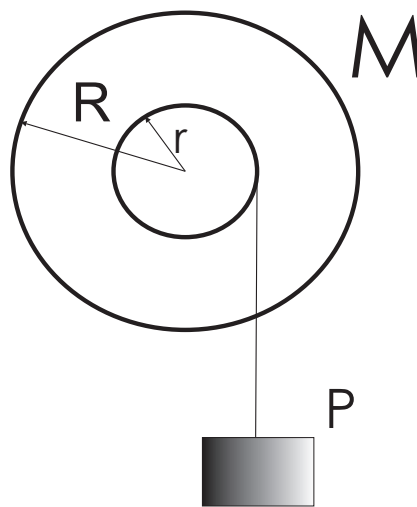


Рис. 20:

- 1.9.6** Маховое колесо, вращавшееся с частотой $\nu_0 = 240$ об/мин, останавливается в течении времени $t = 0,5$ мин. Считая его движение равнопеременным, найти, сколько оборотов N оно сделало до полной остановки.
- 1.9.7** В винтовой желоб (Рис.19) положен тяжелый шарик. С каким ускорением a нужно тянуть нить, накрученную на цилиндр с желобом, чтобы шарик падал свободно, если диаметр цилиндра D , а шаг винтового желоба h .
- 1.9.8** Точка движется по окружности со скоростью $v = at$, где $a = 0,5\text{ м/с}^2$. Найти ее полное ускорение в момент, когда она пройдет $n = 0,1$ длины окружности после начала движения

- 1.9.9** Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол φ его поворота зависит от времени как $\varphi = at^2$, где $a = 0,2$ рад/с². Найти полное ускорение точки А на ободе колеса в момент $t = 2,5$ с, если линейная скорость точки А в этот момент $v = 0,65$ м/с.
- 1.9.10** Шар радиуса $R = 10$ см катится без скольжения по горизонтальной плоскости так, что его центр движется с постоянным ускорением $2,5$ см/с². Через 2 с после начала движения определить скорости и полные ускорения точек лежащих на ободе на вертикальном диаметре и горизонтальном диаметре.
- 1.9.11** Диск вращался с постоянной угловой скоростью 5 рад/с, после чего равнозамедленно вращаясь остановился совершив ровно 20 полных оборотов. Найти угловое ускорение и полное угловое смещение. Построить графики $\omega(t)$, $\varphi(t)$, $\beta(t)$
- 1.9.12** Маховое колесо радиусом $R = 1$ м начинает движение из состояния покоя равноускоренно. Через $t_1 = 10$ с точка, лежащая на его ободе, приобретает скорость $V_1 = 100$ м/с. Найдите скорость, а также нормальное, касательное и полное ускорения этой точки в момент времени $t_2 = 15$ с.
- 1.9.13** Шкив радиусом $R = 20$ см начинает вращаться с угловым ускорением $\beta = 3$ рад/с². Через какое время точка, лежащая на его ободе, будет иметь ускорение $a = 75$ см/с²?
- 1.9.14** Точка начинает обращаться по окружности с постоянным ускорением $\beta = 0,04$ рад/с². Через какое время вектор ее ускорения будет составлять с вектором скорости угол $\alpha = 45^\circ$?
- 1.9.15** Тело брошено с поверхности Земли под углом 60° к горизонту. Модуль начальной скорости равен 20 м/с. Чему равен радиус кривизны траектории в точке максимального подъема?
- 1.9.16** Определите радиус кривизны траектории снаряда в момент вылета из орудия, если модуль скорости снаряда равен 1 км/с, а скорость составляет угол 60° с горизонтом.
- 1.9.17** Снаряд вылетает из орудия под углом 45° к горизонту. Чему равна дальность полета снаряда, если радиус кривизны траектории в точке максимального подъема равен 15 км?
- 1.9.18** Сферический резервуар, стоящий на земле, имеет радиус R . При какой наименьшей скорости камень, брошенный с поверхности Земли, может перелететь через резервуар, коснувшись его вершины? Под каким углом к горизонту должен быть при этом брошен камень?
- 1.9.19** Въезд на один из самых высоких в Японии мостов имеет форму винтовой линии, обвивающей цилиндр радиусом r . Полотно дороги составляет угол α с горизонтальной плоскостью. Найдите модуль ускорения автомобиля, движущегося по въезду с постоянной по модулю скоростью v .
- 1.9.20** Груз Р начинает опускаться с постоянным ускорением $a = 2$ м/с² и приводит в движение ступенчатый шкив радиусами $r = 0,25$ м и $R = 0,50$ м (Рис. 20). Какое ускорение a_1 будет иметь точка М через $t = 0,50$ с после начала движения?

1.10 Относительность механического движения.

- 1.10.1** Скорость велосипедиста 36 км/ч, а скорость ветра 4 м/с. Какова скорость ветра в системе отсчета, связанной с велосипедистом при: а) встречном ветре; б) попутном ветре?
- 1.10.2** Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 72 и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходит мимо него в течении 14 с. Какова длина второго поезда?
- 1.10.3** Скорость движения лодки относительно воды в n раз больше скорости течения реки. Во сколько раз больше времени занимает поездка на лодке между двумя пунктами против течения, чем по течению?
- 1.10.4** Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течении 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься идущий вверх пассажир по движущемуся эскалатору?
- 1.10.5** Рыболов, двигаясь на лодке против течения реки, уронил удочку. Через 1 мин он заметил потерю и сразу же повернул обратно. Через сколько времени после потери он догонит удочку? Скорость течения реки и скорость лодки относительно воды постоянны. На каком расстоянии от места потери он догонит удочку, если скорость течения реки равна 2 м/с.
- 1.10.6** Вертолет летел на север со скоростью 20 м/с. С какой скоростью и под каким углом к меридиану будет лететь вертолет, если подует западный ветер со скоростью 10 м/с?
- 1.10.7** В безветренную погоду вертолет двигался со скоростью 90 км/ч точно на север. Найти скорость и курс вертолета, если подул северо-западный ветер под углом 45° к меридиану. Скорость ветра 10 м/с.
- 1.10.8** Катер, переправляясь через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчета, связанной с водой. На сколько метров будет снесен катер течением, если ширина реки 800 м, а скорость течения 1 м/с?
- 1.10.9** Моторная лодка проходит расстояние между двумя пунктами А и В по течению реки за время $t_1 = 12$ ч, а плот за $t_2 = 24$ ч. Сколько времени t_3 затратит моторная лодка на обратный путь?
- 1.10.10** Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии $s = 100$ км один от другого, курсирует катер, который, идя по течению, проходит это расстояние за время $t_1 = 4$ ч, а против течения - за время $t_2 = 10$ ч. Определить скорость u течения реки и скорость v катера относительно воды.
- 1.10.11** Мимо пристани проходит плот. В этот момент в поселок, находящийся на расстоянии $s_1 = 15$ км от пристани, вниз по реке отправляется моторная лодка. Она дошла до поселка за время $t = 3/4$ ч и, повернув обратно, встретила плот на расстоянии $s_2 = 9$ км от поселка. Каковы скорость течения реки и скорость лодки относительно воды?
- 1.10.12** Колонна войск во время похода движется со скоростью $v_1 = 5$ км/ч, растянувшись по дороге на расстояние $l = 400$ м. Командир, находящийся в хвосте колонны, посылает велосипедиста с поручением главному отряду. Велосипедист отправляется и едет со скоростью

$v_2 = 25$ км/ч и, на ходу выполнив поручение, сразу же возвращается обратно с той же скоростью. Через сколько времени t после получения поручения он вернулся обратно?

1.10.13 Вагон шириной $d = 2,4$ м, движущийся со скоростью $v = 15$ м/с, был пробит пулей, летевшей перпендикулярно движению вагона. Смещение отверстий в стенках вагона относительно друг друга равно $l = 6$ см. Какова скорость движения пули?

1.10.14 Велосипедист едет с постоянной скоростью v по прямолинейному участку дороги. Найти мгновенные скорости точек A, B, C лежащих на ободе колеса и указанных на рисунке 21, относительно земли.

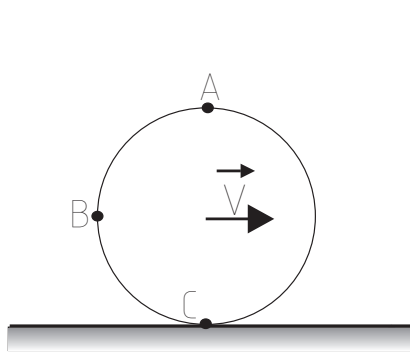


Рис. 21:

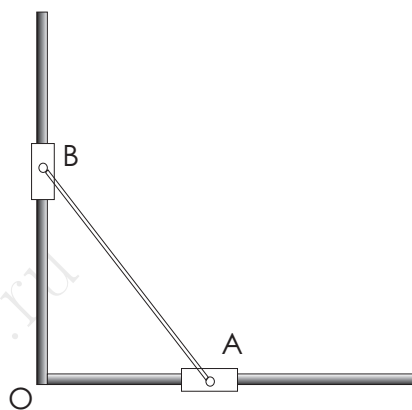


Рис. 22:

1.10.15 Какова скорость капель v_2 отвесно падающего дождя, если шофер легкового автомобиля заметил, что капли дождя не оставляют следа на заднем стекле, наклоненном вперед под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, когда скорость автомобиля v_1 больше 30 км/ч?

1.10.16 На улице идет дождь. В каком случае ведро, стоящее в кузове грузового автомобиля, наполнится быстрее водой: когда автомобиль движется или когда он стоит?

1.10.17 Стержень длиной $l = 1$ м шарнирно соединен с муфтами A и B , которые перемещаются по двум взаимно перпендикулярным рейкам (Рис. 22). Муфта A движется с постоянной скоростью $v_A = 30$ см/с. Найти скорость v_B муфты B в момент, когда угол $= 60^\circ$. Приняв за начало отсчета времени момент, когда муфта находилась в точке O , определить расстояние OB и скорость муфты B в функции времени.

1.10.18 Человек переплывает реку и плывёт (относительно воды) со скоростью в два раза меньшей скорости течения реки. Под каким углом к направлению течения реки он должен плыть, чтобы его снесло течением как можно меньше? На какое расстояние его снесёт в этом случае, если ширина реки L ?