



9



Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

1

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я721

Ф50

Авторы:

Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова, И. Н. Корнильев,

А. В. Кошкина. Под ред. В. А. Орлова

Издание выходит в pdf-формате.

Физика. 9-й класс : учебник : в 2 частях : издание в pdf-формате / Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова, И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина ; под ред. В. А. Орлова. — 3-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2022.

ISBN 978-5-09-102069-4 (электр. изд.). — Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-088106-7 (печ. изд.).

Ч. 1. — 240 с. : ил.

ISBN 978-5-09-101311-5 (электр. изд.).

ISBN 978-5-09-087892-0 (печ. изд.).

Линия учебников для основной школы. Материал разбит на два уровня сложности и представлен как канва сценариев уроков, реализующих деятельностный подход к обучению: тщательно подобранные задания погружены непосредственно в теорию. Имеется набор заданий трёх уровней сложности. Приведены описания кратковременных фронтальных практических работ, позволяющих учащимся самим открывать закономерности физических явлений при изучении нового материала, а также все типы лабораторных работ в соответствии с примерной программой.

Есть раздел «Олимпиадные задачи», задания для проектной деятельности, а также материал для подготовки к экзамену.

Соответствуют Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования.

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

УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я721

Учебное издание

**Генденштейн Лев Элевич, Булатова Альбина Александровна,
Корнильев Игорь Николаевич, Кошкина Анжелика Васильевна**

ФИЗИКА

9 класс

Учебник

В двух частях

Часть 1

Центр математики, физики и информатики

Редактор *Г. Ершова*. Методист *Н. Лукиенко*

Оформление *Н. Новак*. Художник *Ю. Корчмарь*

Технический редактор *Е. Денюкова*. Корректор *И. Копылова*

Компьютерная вёрстка *А. Борисенко*

Подписано в печать 12.08.2021. Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 19,5.

Тираж экз. Заказ № .

Акционерное общество «Издательство «Просвещение». Российская Федерация,
127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3, этаж 4, помещение I.

Адрес электронной почты «Горячей линии» — vopros@prosv.ru.

ISBN 978-5-09-101311-5 (ч. 1, электр. изд.)

ISBN 978-5-09-102069-4 (электр. изд.)

ISBN 978-5-09-087892-0 (ч. 1, печ. изд.)

ISBN 978-5-09-088106-7 (печ. изд.)

© Генденштейн Л. Э., Булатова А. А.,
Корнильев И. Н., Кошкина А. В., 2019

© АО «Издательство «Просвещение», 2021

© Художественное оформление

АО «Издательство «Просвещение», 2021

Все права защищены

Оглавление

БУДЕМ ИЗУЧАТЬ ФИЗИКУ ВМЕСТЕ	3
МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	
Глава I. КИНЕМАТИКА	
§ 1. Система отсчёта, траектория, путь и перемещение	6
1. Относительность движения и покоя.....	6
2. Система отсчёта.....	7
3. Материальная точка	8
4. Траектория, путь и перемещение	9
5. Действия с векторными величинами.....	11
§ 2. Прямолинейное равномерное движение	18
1. Скорость	18
2. График зависимости координаты тела от времени.....	19
3. Средняя скорость	22
4. Относительная скорость	23
5. Движение по течению и против течения	24
§ 3. Прямолинейное равноускоренное движение	30
1. Ускорение	30
2. Зависимость скорости от времени при прямолинейном равноускоренном движении	31
3. График зависимости проекции скорости от времени.....	33
§ 4. Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении	38
1. Проекция перемещения и график зависимости проекции скорости от времени.....	38
2. Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении без начальной скорости.....	39
3. Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении с начальной скоростью.....	40
Хочешь узнать больше?	
4. Соотношение между путём и скоростью.....	43
5. Тормозной путь	44
§ 5. Равномерное движение по окружности	49
1. Направление скорости тела	49
2. Ускорение тела при равномерном движении по окружности	50
3. Период и частота обращения	51
Хочешь узнать больше?	
4. Вывод формулы для модуля центростремительного ускорения	53
Главное в этой главе	56
Глава II. ДИНАМИКА	
§ 6. Первый закон Ньютона — закон инерции	59
1. Закон инерции	59
2. Инерциальные системы отсчёта	61
3. Первый закон Ньютона.....	61
§ 7. Второй закон Ньютона	64
1. Силы. Равнодействующая.....	64
2. Масса	66
3. Второй закон Ньютона.....	67

4. Применение второго закона Ньютона к движению тела под действием силы тяжести.....	68
§ 8. Третий закон Ньютона	73
1. Третий закон Ньютона.....	73
2. Примеры применения третьего закона Ньютона.....	74
3. Сила натяжения троса.....	76
4. Почему вес покоящегося тела равен силе тяжести? Хочешь узнать больше?	77
5. Вес тела, движущегося с ускорением.....	77
6. Невесомость.....	79
§ 9. Силы упругости	83
1. Закон Гука.....	83
2. Удлинение и длина пружины.....	85
Хочешь узнать больше?	
3. Последовательное и параллельное соединение пружин.....	86
§ 10. Силы тяготения	89
1. Закон всемирного тяготения.....	89
2. Движение планет вокруг Солнца.....	90
3. Сила тяжести и закон всемирного тяготения.....	91
4. Первая космическая скорость.....	92
Хочешь узнать больше?	
5. «Взвешивание Земли».....	93
§ 11. Силы трения	96
1. Сила трения скольжения.....	96
2. Сила трения покоя.....	99
3. Другие виды сил трения.....	101
Хочешь узнать больше?	
4. Движение по горизонтали под действием силы, направленной под углом к горизонту.....	102
§ 12. Тело на наклонной плоскости	106
1. Тело на гладкой наклонной плоскости.....	106
2. Условие покоя тела на шероховатой наклонной плоскости.....	108
3. Движение тела по наклонной плоскости вниз с учётом трения.....	109
§ 13. Движение системы тел	111
1. Как исследовать движение системы тел?.....	111
2. Тела движутся в одном направлении.....	111
3. Тела движутся в разных направлениях.....	112
Главное в этой главе	115

Глава III. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

§ 14. Импульс. Закон сохранения импульса	118
1. Импульс.....	118
2. Импульс силы.....	119
3. Закон сохранения импульса.....	120
4. Условия применения закона сохранения импульса.....	121
§ 15. Реактивное движение. Освоение космоса	128
1. Реактивное движение и ракеты.....	128
2. Развитие ракетостроения. Освоение космоса.....	130
§ 16. Механическая работа. Мощность	133
1. Определение работы.....	133
2. Работа силы тяжести.....	134

3. Работа силы упругости	136
4. Работа силы трения скольжения	137
5. Мощность	138
§ 17. Потенциальная и кинетическая энергия	141
1. Связь энергии и работы	141
2. Потенциальная энергия	142
3. Кинетическая энергия	144
§ 18. Закон сохранения энергии в механике	149
1. Механическая энергия. Закон сохранения энергии в механике	149
2. Примеры применения закона сохранения энергии в механике	150
3. Уменьшение механической энергии вследствие трения скольжения	152
4. Общий закон сохранения энергии	153
Хочешь узнать больше?	
5. Шар на лёгком стержне	154
6. Движение тела под действием нескольких сил	155
§ 19. Неравномерное движение по окружности в вертикальной плоскости	159
1. Движение груза, подвешенного на нити	159
2. Движение по «мёртвой петле»	159
§ 20. Движение системы тел	161
1. Гладкая горка и шайба	161
2. Баллистический маятник	162
Главное в этой главе	164
Глава IV. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	
§ 21. Механические колебания	168
1. Условия существования свободных колебаний	168
2. Основные характеристики колебаний	169
3. График зависимости смещения от времени	171
4. Периоды колебаний маятников	172
Хочешь узнать больше?	
5. Превращения энергии при механических колебаниях	174
§ 22. Механические волны. Звук	181
1. Механические волны	181
2. Звук	184
Главное в этой главе	189
КРАТКОВРЕМЕННЫЕ ОПЫТЫ-ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НОВОГО МАТЕРИАЛА	191
Погрешности измерений	192
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	195
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	204
Рекомендации по оформлению проектно-исследовательской работы	206
ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ	207
ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ	212
ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ	224
Предметно-именной указатель	237

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ



Глава I. КИНЕМАТИКА

§ 1. Система отсчёта, траектория, путь и перемещение

1. Относительность движения и покоя

Механика — раздел физики, который изучает движение и взаимодействие тел.

Кинематикой называют раздел механики, в котором изучают описание движения тел.

Казалось бы, ответить на вопрос, *движется* какое-либо тело или *покоится*, очень просто. Например, если вы сидите сейчас дома у окна, то вы покоитесь, а автомобиль, едущий мимо вашего окна, движется.

А как выглядит та же ситуация с точки зрения пассажира автомобиля, который проезжает мимо вашего дома? Он может считать, что он покоится (он ведь *сидит* в кресле!), а вы вместе с домом движетесь.

Вспомним теперь, что вы оба вместе с пассажиром автомобиля находитесь на Земле, которая совершает суточное вращение вокруг своей оси да при этом ещё летит по орбите вокруг Солнца со скоростью около 30 км/с! Как мы теперь видим, вопрос о том, движется ли некоторое тело или покоится, — не такой простой, каким он кажется на первый взгляд.

Дело в том, что *движение*, так же как и *покой*, — *относительно*: говорить о движении или покое любого тела можно только *по отношению к какому-либо другому телу*. Поэтому

механическим движением называют изменение с течением времени положения тела в пространстве *относительно других тел*.

Ставим и решаем задачи



1. Рассмотрим движение и покой различных тел относительно других тел.
 - а) Какие тела покоятся относительно вас, когда вы сидите и читаете книгу?

- б) Какие тела покоятся относительно пассажира автомобиля, едущего мимо вашего дома?
- в) Относительно каких тел вы движетесь, сидя за столом и читая книгу?
- г) Относительно каких тел движется пассажир едущего автомобиля?

Похожие задачи

2. Относительно какого тела (или тел) движется лежащая перед вами книга?
3. Относительно какого тела (или тел) покоится едущий мимо вашего дома автомобиль?

Тело, по отношению к которому рассматривают движение данного тела, называют *телом отсчёта*. При описании движения тела не всегда указывают тело отсчёта: часто очевидно, по отношению к какому телу рассматривается движение данного тела.

4. Какое тело отсчёта имеют в виду, когда говорят:
 - а) автомобиль едет со скоростью 60 км/ч;
 - б) проводник вагона идёт со скоростью 1 м/с?

2. Система отсчёта

Для описания движения тела недостаточно только выбрать тело отсчёта: надо ввести связанную с этим телом *систему координат* (рис. 1.1).

Действительно, если вы знаете только, что автомобиль движется относительно Земли со скоростью 60 км/ч, вы не сможете определить, где он окажется через час: надо ещё знать, *в каком направлении* он движется.

Кроме того, для описания движения нужны также *часы*: ведь надо не только уметь предсказывать, *где* окажется движущееся тело, но и *в какой момент времени* оно там будет.

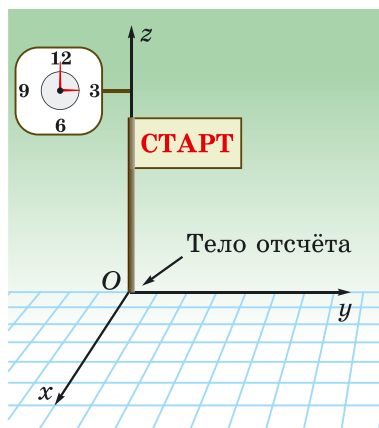


Рис. 1.1

Тело отсчёта, связанная с ним система координат и часы образуют *систему отсчёта*.

3. Материальная точка

Мы будем интересоваться в этом учебном году задачами, в которых размером тела можно пренебречь.

Модель тела, размерами которого в данной задаче можно пренебречь, называют *материальной точкой*.

Обратите внимание: можно или нельзя считать данное тело материальной точкой, зависит не от размеров этого тела, а от рассматриваемой *задачи*.

Например, если надо найти путь, который проходит за месяц Земля при движении по орбите вокруг Солнца, то Землю, несмотря на её огромные размеры, можно считать материальной точкой, так как диаметр орбиты Земли намного больше диаметра Земли.



5. Во сколько раз диаметр орбиты Земли больше диаметра Земли?

6. Какой путь проходит Земля за месяц при движении вокруг Солнца?

Но если мы хотим узнать, например, с какой скоростью движется данная точка земной поверхности вследствие суточного вращения Земли, то считать ту же самую Землю материальной точкой уже нельзя.



7. С какой скоростью движется точка земной поверхности на экваторе Земли вследствие её суточного вращения? Во сколько раз эта скорость больше максимально разрешённой скорости автомобиля в городе?

При решении задач размером тела можно пренебречь, если *размеры тела малы* по сравнению с расстоянием, пройденным телом, или если тело движется *поступательно*: так называют движение тела, при котором все его точки движутся одинаково.

Как показывает пример, изображённый на рисунке 1.2, *поступательное* движение тела не обязательно является прямолинейным.



8. Поступательно ли движутся педали велосипеда, когда велосипедист едет по прямой дороге?

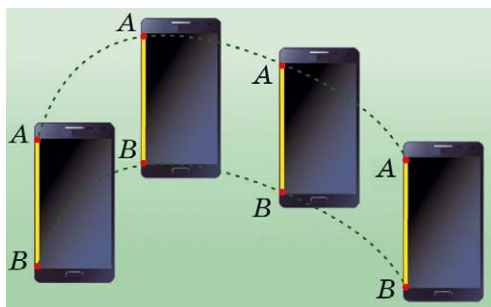


Рис. 1.2

4. Траектория, путь и перемещение

Траектория

При движении тело, которое можно считать материальной точкой, описывает в пространстве некоторую линию. Эту линию называют *траекторией* движения тела (в выбранной системе отсчёта!).

Обычно траектория движения тела невидима, но иногда она становится видимой. Например, след, оставленный мелом на школьной доске, показывает траекторию движения куска мела в системе отсчёта, связанной с доской.

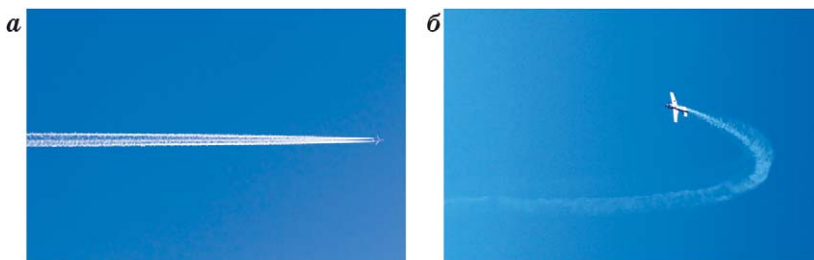


Рис. 1.3

Движение тела называют *прямолинейным*, если траектория его движения — отрезок прямой (рис. 1.3, а), и *криволинейным*, если траектория движения — кривая (рис. 1.3, б).

Траекторию называют *замкнутой*, если конечное положение тела совпадает с начальным.

9. Приведите примеры прямолинейного и криволинейного движения.

10. Приведите примеры замкнутой траектории.



Путь

Путём l называют длину траектории.

Если тело проходит какой-то участок траектории несколько раз, то пройденный путь равен длине этого участка, умноженной на число, показывающее, сколько раз тело прошло этот участок траектории.



11. Автомобиль проехал трижды вдоль всего кольцевого шоссе длиной 30 км. Чему равен пройденный автомобилем путь?

Из определения пути следует, что путь не может уменьшаться со временем, а также не может принимать отрицательных значений.



12. Какие из графиков, изображённых на рисунке 1.4, могут быть графиками зависимости пути от времени?

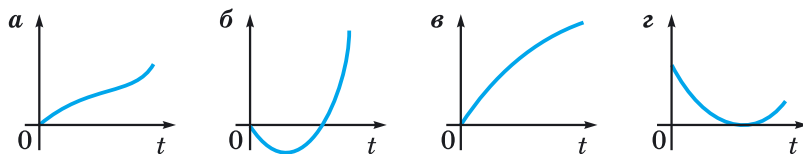


Рис. 1.4

Перемещение

Перемещением $\vec{s}$ тела за данный промежуток времени называют направленный отрезок, соединяющий положение тела в начальный момент этого промежутка времени с положением тела в конечный момент этого промежутка времени.

Перемещение является *векторной* величиной, то есть характеризуется не только численным значением, но и *направлением*. Векторную величину обозначают буквой со стрелкой над ней.

Численное значение векторной величины называют *модулем* этой величины и обозначают той же буквой, но без стрелки над ней. Например, модуль перемещения обозначают s .

На рисунке 1.5 изображены траектория, путь и перемещение материальной точки.

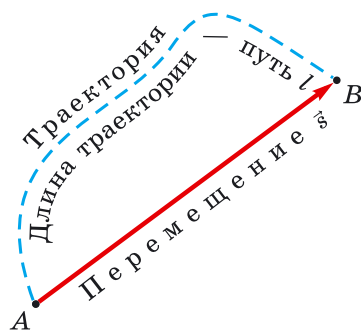


Рис. 1.5

13. Примите, что на рисунке 1.5 изображены траектория материальной точки и её перемещение в натуральную величину. Чему равен модуль перемещения? Придумайте, как измерить пройденный точкой путь.
14. В каких случаях модуль перемещения тела равен пройденному пути?
15. Приведите примеры, доказывающие, что *траектория тела зависит от выбора системы отсчёта*.

Ставим и решаем задачи

16. Божья коровка ползёт по сторонам нарисованного на столе квадрата со стороной 10 см, проходя весь квадрат по часовой стрелке. В начальном положении божья коровка находилась в одном из углов квадрата.
- Изобразите в тетради траекторию движения божьей коровки и отметьте буквой *A* её начальное положение.
 - Отметьте буквой *B* положение божьей коровки в момент, когда пройденный ею путь был в 3 раза больше модуля перемещения.
 - Отметьте буквой *C* положение божьей коровки в момент, когда модуль её перемещения был наибольшим.

Похожая задача

17. Материальная точка движется по окружности радиусом 5 см.
- Изобразите в тетради траекторию материальной точки и отметьте буквой *A* её начальное положение.
 - Обведите зелёным цветом участок траектории материальной точки, при движении по которому модуль перемещения увеличивался.
 - Обведите красным цветом участок траектории материальной точки, при движении по которому модуль перемещения уменьшался.

5. Действия с векторными величинами

Действия с векторами вы уже изучали в курсе геометрии.

Напомним, что две векторные величины можно складывать по правилу треугольника (рис. 1.6, *а*) или по правилу параллелограмма (рис. 1.6, *б*). Результат сложения не зависит от способа сложения.

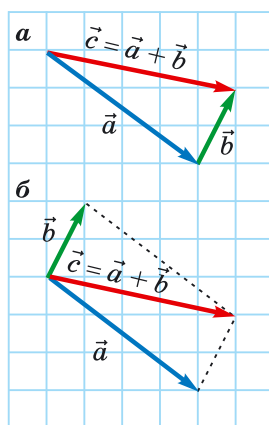


Рис. 1.6

На рисунке 1.7 показано, как найти *разность* двух векторов, то есть вектор $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$. Проверить правильность вычитания можно, исходя из того, что $\vec{a} = \vec{b} + \vec{c}$.

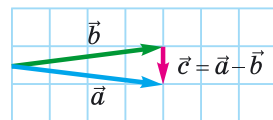


Рис. 1.7



18. Изобразите в тетради два вектора $\vec{a}$ и $\vec{b}$, направленных не вдоль одной прямой. Найдите графически векторы $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ и $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$.

Проекции векторных величин

В дальнейшем мы будем использовать также *проекции* векторных величин¹⁾ на оси координат. Проекцию вектора $\vec{a}$ на ось x обозначают a_x .

На рисунке 1.8 показаны примеры нахождения проекций векторов на оси координат x и y с указанием знаков проекций. Как вы видите, проекции вектора могут быть положительными, отрицательными, а также равными нулю.

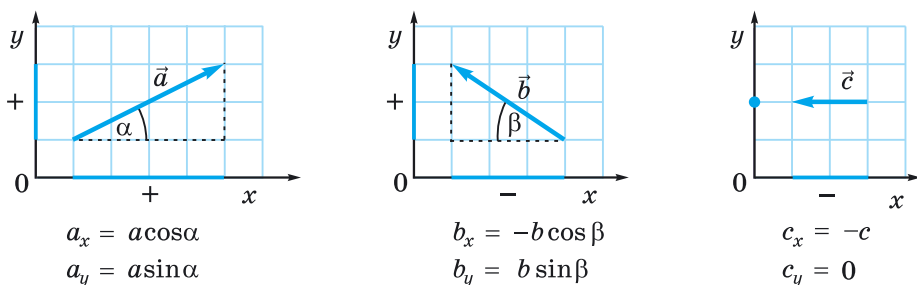


Рис. 1.8



19. Изобразите в тетради оси координат, а также:
- вектор, проекция которого на ось x положительна, а на ось y — отрицательна;
 - вектор, проекции которого на оси координат x и y отрицательны;
 - два не равных по модулю вектора, проекции которых на ось y равны;
 - два равных по модулю вектора, проекции которых на ось x не равны.

¹⁾ В школьном курсе геометрии проекции вектора называют координатами вектора.

Ставим и решаем задачи

20. Шарик бросили вертикально вверх с высоты 3 м над поверхностью земли. Он достиг максимальной высоты 5 м и упал на землю.

- а) Начертите в тетради оси координат. Ось y направьте вертикально вверх, а ось x — горизонтально вправо. Начало координат выберите на поверхности земли.
- б) Изобразите начальное положение шарика в этой системе координат.
- в) Изобразите другим цветом положение шарика в верхней точке траектории.
- г) Изобразите третьим цветом положение шарика, упавшего на землю.
- д) Чему равен модуль перемещения шарика при движении вверх?
- е) Чему равны проекции перемещения шарика на оси координат при движении вверх?
- ж) Чему равен модуль перемещения шарика при движении вниз?
- з) Чему равны проекции перемещения шарика на оси координат при движении вниз?

Похожая задача

21. Мячик падает на асфальт с высоты 2 м и после отскока поднимается на 1,5 м. Составьте и решите задачу о нахождении модуля и проекции перемещения мяча при его движении вниз и вверх.

ЧТО МЫ УЗНАЛИ

- *Механика* изучает движение и взаимодействие тел.
- Движение *относительно*: говорить о движении любого тела можно только по отношению к какому-либо другому телу.
- *Механическим движением* называют изменение со временем положения тела в пространстве относительно других тел.

- Физическую модель тела, размерами которого в данной задаче можно пренебречь, называют *материальной точкой*. Тело можно считать материальной точкой, если размеры тела малы по сравнению с расстоянием, пройденным телом, или если тело движется поступательно.
- Тело, по отношению к которому рассматривают движение тел в данной задаче, называют *телом отсчёта*. Тело отсчёта, связанные с ним система координат и часы образуют *систему отсчёта*.
- Линию в пространстве, вдоль которой движется тело, называют *траекторией* движения тела. Траектория движения тела зависит от выбора системы отсчёта. Длину траектории движения тела называют *путём*, пройденным телом.
- *Перемещением* тела за данный промежуток времени называют направленный отрезок, соединяющий положение тела в начальный момент этого промежутка времени с положением тела в конечный момент этого промежутка времени. Перемещение является векторной величиной.

? ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Базовый уровень

22. Приведите примеры тел, которые: покоятся относительно Земли; движутся относительно Земли.
23. Приведите примеры тел, относительно которых неподвижны:
 - а) пассажир опускающегося лифта;
 - б) птица, летящая в стае.
24. Может ли воздухоплаватель, летящий в тумане на воздушном шаре, без навигационных приборов определить направление полёта? Обоснуйте свой ответ.
25. Может ли считать космический корабль материальной точкой:
 - а) диспетчер в Центре управления полётом, определяя расстояние от Земли до корабля;

- б) космонавт, входящий в люк космического корабля из открытого космоса;
- в) диспетчер, следящий за стыковкой космических кораблей?

26. Укажите все различия пути и перемещения.

27. Вдоль железнодорожного полотна установлены километровые столбы. Что с их помощью может определить пассажир поезда — путь или перемещение?

28. Два друга играют в футбол. Обязательно ли пройденные ими пути одинаковы, если они совершили одинаковые перемещения? Приведите пример, подтверждающий ваш ответ.

29. В каком из перечисленных случаев модуль перемещения тела равен нулю:

- а) автомобиль проехал от одного перекрёстка до следующего;
- б) Саша, выйдя утром из дома в школу, днём вернулся обратно;
- в) пылинка, находящаяся на конце часовой стрелки, двигалась вместе со стрелкой 12 ч?

В каком из приведённых случаев путь равен нулю?

30. Резиновый мячик упал на пол с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м от пола. Чему равны путь и модуль перемещения мячика?

Повышенный уровень

31. Объясните, почему для описания движения тела недостаточно задать только тело отсчёта.

32. На приборной панели автомобиля имеется прибор, показывающий, сколько километров проехал автомобиль. Что показывает этот прибор: пройденный автомобилем путь или перемещение автомобиля? Как должен был ехать автомобиль, чтобы по этому прибору можно было определить модуль перемещения автомобиля?

33. Пассажир находится в вагоне поезда, отправляющегося со станции. Может ли пассажир в течение некоторого времени быть неподвижным относительно земли?

34. Квадрокоптер равномерно опускается вертикально вниз. Какова траектория движения точки на конце лопасти одного из винтов квадрокоптера в системе отсчёта:

- а) связанной с корпусом квадрокоптера;
- б) связанной со стоящим на земле зданием;
- в) связанной с винтом?

35. По рисункам 1.9, a — $г$ найдите проекции векторов на оси координат.

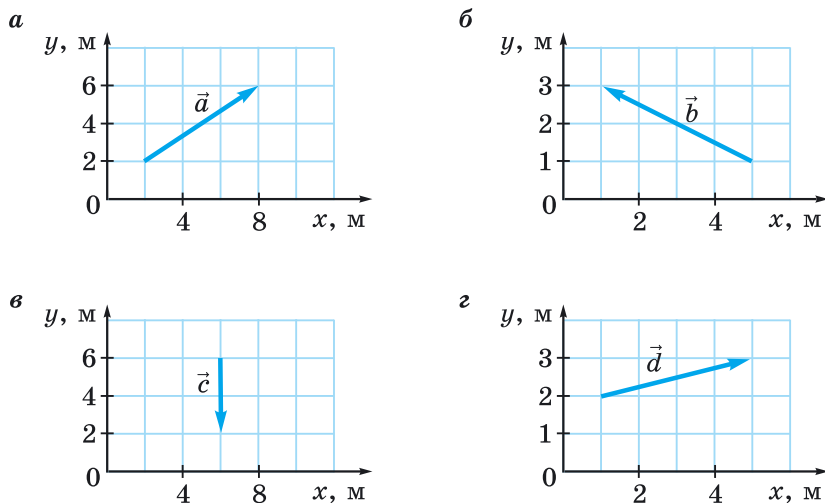


Рис. 1.9

36. Мяч подбросили вертикально вверх с поверхности земли. Он поднялся на высоту 10 м и упал в начальную точку.

- Какой путь прошёл мяч: когда двигался вверх; когда двигался вниз; за всё время полёта?
- Чему равен модуль перемещения мяча: при движении вверх; при движении вниз; за всё время полёта?

37. Резиновый мячик упал с высоты 4 м, ударился об пол, отскочил на 2 м вверх и после *второго* удара об пол был пойман на высоте 1 м. Нарисуйте траекторию движения мячика. Чему равны пройденный им путь и его модуль перемещения за всё время движения?

38. Два тела движутся так, что их траектории пересекаются. Означает ли это, что тела непременно столкнутся друг с другом? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.

39. Автомобиль выехал из гаража и вернулся вечером в тот же гараж. Будет ли траектория его движения замкнутой:

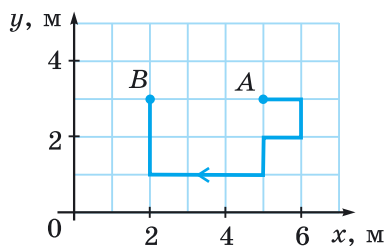
- в системе отсчёта, связанной с Землёй;
- в системе отсчёта, связанной с Солнцем?

40. Изобразите в тетради траекторию материальной точки, при движении по которой пройденный путь больше, чем модуль перемещения:

- а) в 3 раза;
- б) в $\frac{\pi}{2}$ раз;
- в) в $\sqrt{2}$ раз.

Высокий уровень

41. Божья коровка равномерно движется по минутной стрелке больших часов. Изобразите в тетради примерный вид траектории движения божьей коровки относительно циферблата, если она доползла от оси до конца стрелки за 2 ч.
42. Катер проплыл 600 м на юг, затем повернул на восток и проплыл ещё 800 м. Изобразите в подходящем масштабе траекторию движения катера, найдите пройденный им путь и перемещение.
43. Двигаясь равномерно по круговой дорожке радиусом 1 км, велосипедист проходит каждый круг за 8 мин. Чему равны пройденный велосипедистом путь и его перемещение:
- а) за 2 мин;
 - б) за 4 мин;
 - в) за 8 мин;
 - г) за 12 мин?
44. Небольшое тело переместилось из точки A с координатами $x_0 = -2$ м и $y_0 = 2$ м в точку B с координатами $x = 2$ м и $y = -1$ м.
- а) Изобразите в тетради перемещение тела, выбрав удобный масштаб.
 - б) Найдите проекции перемещения на оси координат.
 - в) Найдите модуль перемещения.
45. На рисунке 1.10 изображена траектория материальной точки. Во сколько раз пройденный ею путь больше модуля перемещения?

**Рис. 1.10**

§2. Прямолинейное равномерное движение

1. Скорость

В курсе физики 7-го класса вы уже познакомились с прямолинейным равномерным движением. Напомним, что

прямолинейным равномерным движением называют движение тела, при котором оно за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

Основной характеристикой прямолинейного равномерного движения является скорость.

Скоростью $\vec{v}$ прямолинейного равномерного движения называют отношение перемещения $\vec{s}$ к промежутку времени t , за который произошло это перемещение:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}.$$

Скорость — векторная величина. Единицей скорости в международной системе единиц СИ является м/с. Модуль скорости

$$v = \frac{s}{t}.$$



1. Докажите, что при прямолинейном равномерном движении справедлива формула

$$v = \frac{l}{t},$$

где l — пройденный телом путь.

Скорость автомобилей и поездов задают обычно в км/ч, а ракет и искусственных спутников — в км/с.



2. Переведите в км/ч значения скорости: 1 м/с, 5 м/с, 10 м/с, 15 м/с, 20 м/с.
3. Чему равна в м/с максимальная разрешённая скорость автомобиля в городе (60 км/ч)?

Ставим и решаем задачи

4. Используя формулы $v = \frac{s}{t}$ и $v = \frac{l}{t}$, можно поставить задачи на нахождение *любой* из трёх входящих в каждую из этих формул физических величин, если остальные две величины известны.
- а) Составьте и решите задачу, в которой требуется найти скорость автомобиля в км/ч, если пройденный путь задан в метрах, а время движения — в секундах.
 - б) Составьте и решите задачу, в которой требуется найти пройденный телом путь в метрах, если скорость задана в км/ч, а время — в часах.
 - в) Составьте и решите задачу, в которой требуется найти время движения тела в секундах, если путь задан в метрах, а скорость — в км/ч.

Похожая задача

5. Поезд едет со скоростью 60 км/ч.
- а) Через какие промежутки времени километровые столбы, стоящие вдоль железнодорожного полотна, пробегают мимо окна вагона?
 - б) Насколько увеличилась скорость поезда, когда эти промежутки времени уменьшились на 10 с?

2. График зависимости координаты тела от времени

Совместим начало координат с начальным положением тела, движущегося прямолинейно равномерно, и направим ось x вдоль скорости тела. Тогда проекция скорости тела на ось x выражается формулой

$$v_x = \frac{x}{t}.$$

6. Каков знак проекции скорости тела и как изменяется значение координаты тела x (увеличивается или уменьшается), если тело движется:
- а) в направлении оси x ;
 - б) противоположно направлению оси x ?
- Сделайте пояснительные рисунки.

Из последней формулы получаем, что

$$x = v_x t.$$

Отсюда следует, что при прямолинейном равномерном движении вдоль оси x график зависимости $x(t)$ — *отрезок прямой*. Если начало координат совпадает с начальным положением тела, то один из концов этого отрезка совпадает с началом координат.

Ставим и решаем задачи



7. На рисунке 2.1 изображены графики зависимости $x(t)$ для велосипедиста и автомобиля, движущихся вдоль оси x .

- Какой график описывает движение велосипедиста?
- Увеличивается или уменьшается со временем расстояние между велосипедистом и автомобилем?
- Чему равны по модулю скорости велосипедиста и автомобиля?

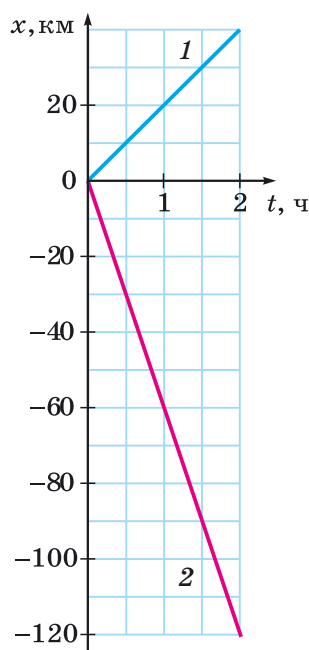


Рис. 2.1

Похожая задача

8. Синий грузовик и красное такси начали движение одновременно из начала координат и едут по прямой дороге в противоположных направлениях, причём скорость такси в 2 раза больше по модулю, чем скорость грузовика. Изобразите в тетради на одном чертеже графики зависимости $x(t)$ для обоих автомобилей.

Если в начальный момент тело находилось в точке с координатой x_0 , то зависимость координаты тела от времени выражается формулой

$$x = x_0 + v_x t.$$



- Как изменяется со временем значение координаты x (увеличивается или уменьшается), если проекция скорости тела на ось x :
 - положительна;
 - отрицательна?
- На рисунке 2.2 изображены графики зависимости $x(t)$ для четырёх тел. Перенесите графики в тетрадь.
 - На каждом графике обозначьте x_0 и укажите знак v_x .
 - Поставьте красным цветом галочки возле графиков, которые описывают движение тела в направлении, *противоположном* направлению оси x .

- в) Поставьте синим цветом галочки возле графиков, которые описывают движение тела, проходящего во время наблюдения через начало координат.
- г) Поставьте зелёным цветом галочку возле графиков, для которых x_0 и v_x имеют одинаковые знаки.

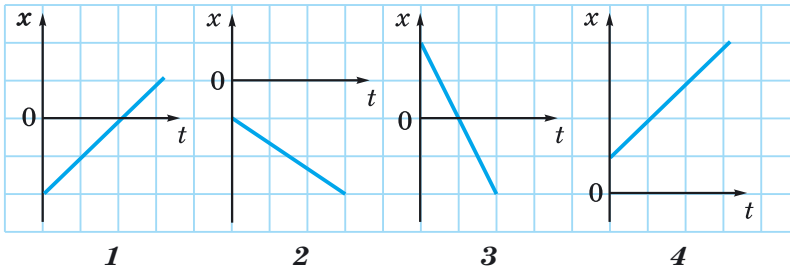


Рис. 2.2

Ставим и решаем задачи

11. Зависимость координаты x от времени для двух тел, движущихся вдоль оси x , выражается в единицах СИ формулами $x_1 = 6 - 5t$; $x_2 = -10 + 3t$.
- Начертите на одном чертеже графики зависимости $x_1(t)$ и $x_2(t)$.
 - Что обозначает точка пересечения графиков?
 - Найдите графически (то есть с использованием графика), чему равны координата и время встречи тел в единицах СИ.
 - Чтобы проверить правильность выполнения предыдущего задания, найдите момент встречи двух тел t_v из условия $x_1(t_v) = x_2(t_v)$. Затем найдите аналитически (то есть с помощью формул) координату встречи тел.



Похожая задача

12. Зависимость координаты x от времени для тела 1, движущегося вдоль оси x , выражается формулой $x_1 = -4 + 2t$. Тело 2 начало движение в момент $t = 0$ из точки с координатой $x = 3$, а встреча тел произошла в момент $t = 2$. Все величины даны в единицах СИ.
- Начертите график зависимости $x_1(t)$.
 - Начертите график зависимости $x_2(t)$.
 - Найдите значение проекции скорости тела 2 на ось x .
 - Запишите формулу, выражающую зависимость $x_2(t)$.

3. Средняя скорость

Если скорость тела изменяется, движение тела называют *неравномерным*. В таком случае движение тела часто описывают с помощью средней скорости.

*Средней скоростью*¹⁾ тела называют отношение *всего* пройденного телом пути l ко *всему* времени движения t :

$$v_{\text{ср}} = \frac{l}{t}.$$

Заметим, что время движения при этом включает и *время остановок* в пути, если они были.

Если тело двигалось на двух участках пути с различными скоростями, то иногда ошибочно считают, что средняя скорость всегда равна среднему арифметическому скоростей тела на этих участках. Следующий пример покажет, что это не всегда правильно.

Ставим и решаем задачи



13. Красный автомобиль ехал 1 ч со скоростью 90 км/ч, а потом ещё 1 ч со скоростью 60 км/ч. Синий автомобиль ехал 90 км со скоростью 90 км/ч, а потом ещё 90 км со скоростью 60 км/ч.

- Чему равна средняя скорость красного автомобиля за всё время его движения? Равна ли она среднему арифметическому скоростей на двух участках?
- Чему равна средняя скорость синего автомобиля за всё время его движения? Равна ли она среднему арифметическому скоростей на двух участках?
- Почему средняя скорость синего автомобиля меньше, чем средняя скорость красного автомобиля?

Рассмотренный пример показывает, что средняя скорость равна среднему арифметическому скоростей на двух участках при условии, что движение на этих участках продолжалось *одинаковое время*.

Похожие задачи



14. Саша проехал 5 км на велосипеде со скоростью 15 км/ч. Потом велосипед сломался, и Саша шёл со скоростью 5 км/ч, ведя велосипед рядом. Сколько времени Саша шёл, если его средняя скорость оказалась равной: а) 10 км/ч; б) 7,5 км/ч?

¹⁾ Определяемую этой формулой величину называют иногда *средней путевой скоростью*. Такое название напоминает, что она является скалярной величиной. В дальнейшем мы будем называть её просто средней скоростью.

15. Автобус проезжает без остановок от одного посёлка до другого за 1 ч. Расстояние между посёлками 35 км. Насколько уменьшится средняя скорость автобуса, если он будет делать в пути две остановки по 5 мин каждая?

4. Относительная скорость

Скорость $\vec{v}_{12}$ тела 1 относительно тела 2 равна *векторной* разности скоростей этих тел:

$$\vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2.$$

Обратите внимание: *вычитается* вектор скорости тела, относительно которого мы ищем скорость другого тела.

Научимся находить скорость одного тела относительно другого, если оба тела движутся прямолинейно равномерно вдоль одной прямой.

Ставим и решаем задачи

16. Синий и красный автомобили едут по прямой дороге в *одном* направлении. Синий автомобиль едет со скоростью 60 км/ч, а красный — со скоростью 80 км/ч. В начальный момент расстояние между автомобилями равно 10 км.
- Изобразите в тетради векторы скорости обоих автомобилей, выбрав удобный масштаб.
 - Изобразите в том же масштабе векторы скорости красного автомобиля относительно синего и синего автомобиля относительно красного.
 - Может ли расстояние между автомобилями *уменьшаться* со временем? Сделайте пояснительный рисунок.
 - Может ли расстояние между автомобилями *увеличиваться* со временем? Сделайте пояснительный рисунок.
 - Может ли через некоторый промежуток времени расстояние между автомобилями снова стать равным 10 км? Если да, то чему равен этот промежуток времени?

Похожая задача

17. Синий и красный автомобили едут по прямой дороге в *противоположных* направлениях. Синий автомобиль едет со скоростью 60 км/ч, а красный — со скоростью 80 км/ч. В начальный момент расстояние между автомобилями равно 280 км.
- Изобразите в тетради графически скорости обоих автомобилей, выбрав удобный масштаб.