

Н. С. Пурышева,
Н. Е. Важеевская, В. М. Чаругин

 | российский
учебник

ФИЗИКА

Учебник

Рекомендовано
Министерством просвещения
Российской Федерации

8-е издание, стереотипное

Москва

 дрофа

2020

9

УДК 373.167.1:53

ББК 22.3я72

П88

Одобрено Научно-редакционным советом корпорации
«Российский учебник» под председательством академиков
Российской академии наук В. А. Тишкова и В. А. Черешнева

Пурышева, Н. С.

П88 Физика. 9 класс : учебник / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеев-
ская, В. М. Чаругин. — 8-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2020. —
303, [1] с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-358-23438-3

Книга является завершением линии учебников Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеев-
ской «Физика. 7 класс» и «Физика. 8 класс», соответствует требованиям Федераль-
ного государственного образовательного стандарта.

В учебник включены следующие разделы: «Законы механики», «Механические
колебания и волны», «Электромагнитные явления», «Электромагнитные колебания
и волны», «Элементы квантовой физики», «Вселенная».

Данный учебник является многоуровневым пособием: материал, предназначен-
ный учащимся, проявляющим интерес к физике, помечен звездочкой. Методиче-
ский аппарат учебника составляют вопросы для самопроверки, система заданий,
включающих качественные, графические, вычислительные и экспериментальные
задачи и лабораторные работы.

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я72

РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК

Учебное издание

Пурышева Наталия Сергеевна, Важеевская Наталия Евгеньевна
Чаругин Виктор Максимович

ФИЗИКА. 9 класс

Учебник

Зав. редакцией *И. Г. Власова*. Ответственный редактор *Л. Ю. Нешумова*
Оформление *М. В. Мандрыкина*. Художники *Н. А. Николаева, З. А. Флоринская,*
М. В. Колдинкова, А. В. Пряхин. Художественный редактор *М. В. Мандрыкина*
Технический редактор *Е. В. Баева*. Компьютерная графика *Л. Я. Александрова*
Компьютерная верстка *С. Л. Мамедова*. Корректор *Г. И. Мосякина*

Подписано к печати 12.07.19. Формат 70 × 90^{1/16}. Гарнитура «Школьная».

Печать офсетная. Усл. печ. л. 22,23. Тираж 2000 экз. Заказ № .

ООО «ДРОФА». 123112, г. Москва, Пресненская набережная,
дом 6, строение 2, помещение № 1, этаж 14.



rosuchebnik.rf/метод

Предложения и замечания по содержанию и оформлению книги
можно отправлять по электронному адресу: expert@rosuchebnik.ru

По вопросам приобретения продукции издательства обращайтесь:
тел.: 8-800-700-64-83; e-mail: sales@rosuchebnik.ru

Электронные формы учебников, другие электронные материалы и сервисы:
lecta.rosuchebnik.ru, тел.: 8-800-555-46-68

В помощь учителю и ученику: регулярно пополняемая библиотека дополнительных
материалов к урокам, конкурсы и акции с поощрением победителей, рабочие программы,
вебинары и видеозаписи открытых уроков rosuchebnik.rf/метод

ISBN 978-5-358-23438-3

© ООО «ДРОФА», 2012

© ООО «ДРОФА», 2019, с изменениями

Введение

Как вы уже знаете, физика изучает физические явления и физические свойства тел. Вы познакомились с механическими, тепловыми, звуковыми, световыми, электрическими явлениями.

При их изучении вы так же, как и учёные-физики, использовали различные методы. Основными для вас пока являлись **экспериментальные методы**: наблюдение, измерение, эксперимент. В то же время в ряде случаев вы применяли и **теоретические методы** изучения явлений и свойств тел. Например, при получении формулы для расчёта давления жидкости на дно и стенки сосуда и формулы выталкивающей силы вы создавали модель явления.

При введении понятия силы тока и объяснении зависимости сопротивления от характеристик проводника вы проводили аналогию направленного движения заряженных частиц с течением жидкости по трубе. Выполняя эксперимент по выявлению зависимостей между физическими величинами, вы сначала анализировали имеющиеся факты и выдвигали гипотезы, а затем осуществляли их экспериментальную проверку.

Экспериментальные и теоретические методы изучения физических явлений тесно связаны между собой. Преобладание того или иного метода в научных исследованиях зависит от проблемы исследования, уровня развития науки и техники. Метод изучения физики в школе зависит от вашей подготовки, в частности по математике. Поскольку у вас уже есть определённые знания по математике, вы приобрели некоторые знания о теоретических методах познания, то в этом году при изучении явлений и свойств

тел значительно шире будут применяться теоретические методы познания.

Изучая физические явления и свойства тел, вводят **физические величины**, которые их количественно характеризуют. Экспериментальное или теоретическое исследование явлений и свойств тел позволяет установить связи между величинами. Если связи устойчивы и повторяются в различных экспериментах, то их называют **физическими законами**. Физические законы, часто записываемые в виде математических формул, являются выражением законов природы.

Объяснить, почему то или иное физическое явление протекает так, а не иначе, выяснить причину явления и предсказать его ход позволяет **физическая теория**. Физика-наука имеет в своём арсенале целый ряд развитых теорий. Вы уже познакомились с элементами молекулярно-кинетической теории строения вещества, которую использовали для объяснения тепловых явлений, механических и тепловых свойств газов, жидкостей и твёрдых тел. Некоторые представления о строении атома помогли вам понять такие явления, как электризация, электрическая проводимость металлов, жидкостей, газов.

Первой физической теорией, сложившейся в XVII в., является классическая механика, которую вы будете изучать в этом году. Вы также познакомитесь с элементами электродинамики — теорией, которая объясняет электромагнитные явления, и с элементами квантовой теории, объясняющей строение атома, атомного ядра и элементарных частиц. В последней теме вы познакомитесь с астрономией — наукой, объясняющей строение мегамира.

Каждая физическая теория описывает и объясняет определённый круг явлений природы и потому имеет границы применимости. Так, классическая механика, обобщившая существовавшие к середине XVII в. экспериментальные и теоретические сведения о механическом движении, справедлива для тел, размеры которых не меньше размеров молекул (10^{-10} м) и которые движутся со скоростями, много меньшими скорости света (300 000 км/с).



Законы механики

В курсе физики 7 класса вы познакомились с некоторыми понятиями механики, простейшими видами механического движения и уравнениями, которые их описывают. При этом основу изучения механических явлений составлял эксперимент.

Возникает вопрос, почему необходимо вернуться к изучению механики. Причин по крайней мере три.

Во-первых, механическое движение является самым простым видом движения и лежит в основе других форм движения материальных объектов. Соответственно величины, характеризующие механическое движение, используются при описании не только механических явлений.

Во-вторых, при описании механического движения вы использовали скалярные величины. Но такие механические величины, как скорость, ускорение, сила, имеют направление, т. е. являются векторными. Соответственно и уравнения, которые связывают эти величины, записываются в векторной форме, что позволяет существенно расширить круг изучаемых видов движения.

В-третьих, классическая механика — стройная физическая теория. Изучение её позволяет показать роль теории не только в объяснении тех или иных явлений, но и в предсказании явлений и законов, а также в целом показать роль теории в научном познании.

§ 1. Основные понятия механики

- ✓ Что значит «механическое движение относительно»?
- ✓ Что называют траекторией движения; пройденным путём?

1. Механическое движение — один из самых распространённых и легко наблюдаемых видов движения. Примерами механического движения могут служить: движение транспорта, деталей машин и механизмов, маятника и стрелок часов, небесных тел и молекул, перемещение животных и рост растений и т. д.

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

2. Одно и то же тело может, оставаясь неподвижным относительно одних тел, двигаться относительно других. Например, сидящие в автобусе пассажиры неподвижны относительно корпуса автобуса и движутся вместе с ним относительно людей на улице, домов, деревьев (рис. 1). Таким образом, когда говорят о движении какого-либо тела, необходимо указывать тело, относительно которого это движение рассматривается.

Тело, относительно которого рассматривается движение тел, называют телом отсчёта.

3. Положение тела в пространстве можно определить с помощью координат. Если тело движется вдоль прямой линии, например бегун на короткой дистанции, то его положение на этой линии можно характеризовать только одной координатой x .



Рис. 1

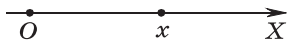


Рис. 2

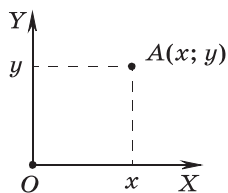


Рис. 3

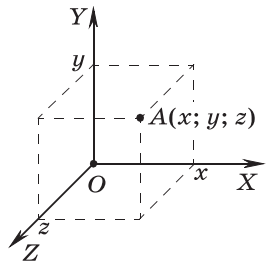


Рис. 4

Для этого с телом отсчёта связывают систему координат, состоящую из одной координатной оси OX (рис. 2).

Если тело совершает движение в пределах некоторой плоскости, например футболист на поле, то его положение определяют с помощью двух координат x и y , а система координат в этом случае состоит из двух взаимно перпендикулярных осей: OX и OY (рис. 3).

Когда рассматривается движение тела в пространстве, например движение летящего самолёта, то система координат, связанная с телом отсчёта, будет состоять из трёх взаимно перпендикулярных координатных осей: OX , OY и OZ (рис. 4).

При движении тела его координаты изменяются с течением времени, поэтому необходимо иметь прибор для измерения времени — часы.

Тело отсчёта, связанная с ним система координат и прибор для измерения времени образуют систему отсчёта.

Любое движение рассматривается относительно выбранной системы отсчёта.

4. Изучить движение тела — значит определить, как изменяется его положение, т. е. его координаты с течением времени. Если известно, как изменяются координаты тела со временем, можно определить его положение (координаты) в любой момент времени.

Основная задача механики состоит в определении положения (координат) тела в любой момент времени.

Чтобы указать, как изменяется положение тела с течением времени, нужно установить связь между величинами, характеризующими это движение.

Раздел механики, изучающий способы описания движения тел, называют **кинематикой**.

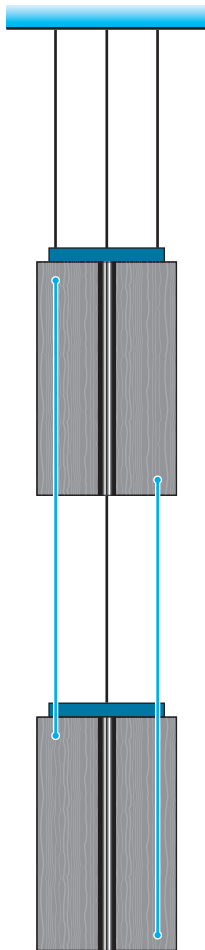


Рис. 5

5. Любое тело имеет определённые размеры. При движении тела его части, например пол и потолок лифта, занимают различные положения в пространстве. Возникает вопрос: как же определить координаты тела? В целом ряде случаев можно не указывать положение каждой точки тела.

Например, все точки лифта (рис. 5) движутся **поступательно** и при движении описывают одинаковые траектории. Поэтому при поступательном движении тела нет необходимости описывать движение каждой его точки в отдельности. Напомним, что *траектория* — это линия, вдоль которой движется тело.

При решении многих задач размерами тела можно пренебречь. Например, чтобы определить, с какой скоростью влетает в ворота футбольный мяч, не нужно рассматривать движение каждой точки мяча. Если же решается задача о том, как обвести соперника, то пренебрегать размерами мяча нельзя. Другой пример. Вычисляя время движения космического корабля от Земли до космической станции, можно не учитывать размеры корабля. Если же рассчитывается режим стыковки корабля со станцией, то размерами корабля пренебречь нельзя.

Таким образом, для решения ряда задач, связанных с движением тел, вводят понятие **материальной точки**.

Материальной точкой называют тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

В приведённых выше примерах материальной точкой можно считать футбольный мяч при расчёте скорости, с которой он влетает в ворота, космический корабль при определении времени его движения.

Материальная точка — это физическая модель реального объекта, реального тела. Полагая, что тело является материальной точкой, мы пренебрегаем несущественными для решения конкретной задачи признаками, в частности размерами и формой тела.

6. Понятие пути вам хорошо известно. Напомним, что *путь* — это длина траектории, пройденной телом.

Путь обозначают буквой l , единицей пути в СИ является метр (1 м).

Положение тела через некоторый промежуток времени можно определить, зная траекторию движения, начальное положение тела на траектории и пройденный им за этот промежуток времени путь.

Если же траектория движения тела неизвестна, то его положение в некоторый момент времени определить нельзя, поскольку один и тот же путь тело может пройти в разных направлениях. В этом случае необходимо знать направление движения тела и расстояние, пройденное в этом направлении.

Пусть в начальный момент времени $t_0 = 0$ тело находилось в точке A (рис. 6), а в момент времени t — в точке B . Соединим эти точки и на конце отрезка в точке B поставим стрелку. Стрелка указывает направление движения тела.

Перемещением тела называют направленный отрезок (вектор), соединяющий начальное положение тела с его конечным положением.

В данном случае — это вектор $\overrightarrow{AB}$.

Перемещение — величина векторная, имеет направление и числовое значение (модуль). Обозначается перемещение буквой $\vec{s}$, а его модуль — s . Единица перемещения в СИ, как и пути, — метр (1 м).

Зная начальное положение тела и его перемещение за некоторый промежуток времени, можно определить положение тела в конце этого промежутка времени.

Следует иметь в виду, что перемещение в общем случае не совпадает с траекторией движения тела, а модуль перемещения — с пройденным путём. Например, поезд отправился из Москвы в Санкт-Петербург и вернулся обратно. Расстояние между этими городами равно 634 км. Поэтому путь, который проехал поезд, составляет 1268 км, а перемещение равно нулю. Совпадение модуля перемещения и пройденного пути имеет место лишь при движении тела по прямолинейной траектории в одну сторону.

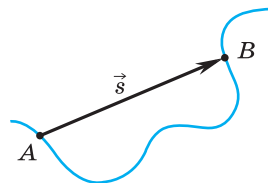


Рис. 6

Вопросы для самопроверки

1. Что называют механическим движением?
2. Что называют системой отсчёта? Зачем вводят систему отсчёта?
3. В чём состоит основная задача механики?
4. Что называют материальной точкой? Зачем вводят модель — материальная точка?
5. Можно ли, зная начальное положение тела и путь, пройденный им за некоторый промежуток времени, определить положение тела в конце этого промежутка времени?
6. Что называют перемещением?

Задание 1

1. Автомобиль, движущийся по прямолинейному участку дороги, остановился в точке A (рис. 7). Каковы координаты точки A в системе отсчёта, связанной: а) с деревом (точка O) на обочине дороги; б) с домом (точка B)?
2. При решении каких из приведённых задач изучаемые тела можно принять за материальные точки:
 - рассчитать расстояние между Землёй и Луной;
 - рассчитать расстояние, которое проедет автомобиль за 2 ч;
 - рассчитать скорость вращения вала электродвигателя;
 - рассчитать время обгона автомобилем колонны грузовых автомобилей;
 - рассчитать время движения спортсмена, пробегающего дистанцию 400 м?
3. Сравните физические величины: перемещение и пройденный путь.
4. Человек обходит по периметру квадратный участок, сторона которого 10 м. Чему равны путь, пройденный человеком, и модуль его перемещения?
5. Мяч падает с высоты 2 м и после удара о пол поднимается на высоту 1,5 м. Чему равны путь мяча за всё время движения и модуль его перемещения?

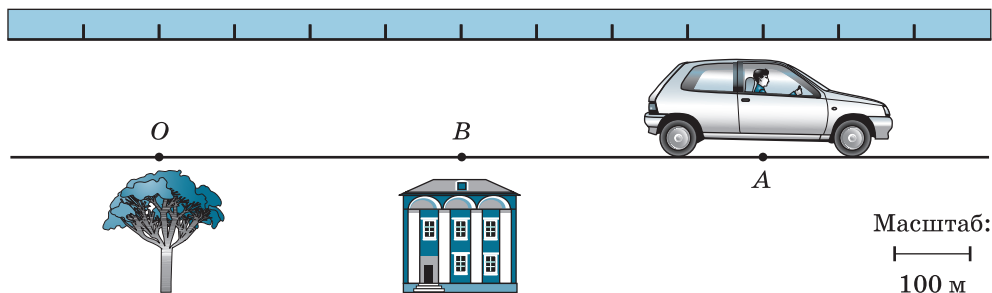


Рис. 7



В электронной форме учебника к каждому параграфу даны дополнительные материалы и задания. Рекомендуем по мере изучения материала параграфов обращаться к электронной форме учебника.

§ 2. Равномерное прямолинейное движение

- ✓ Какое движение называют равномерным?
- ✓ Что называют скоростью равномерного движения?
- ✓ Как найти проекцию вектора на координатную ось?

1. Существуют различные виды механического движения. В зависимости от формы траектории движение может быть прямолинейным или криволинейным. При движении скорость тела может оставаться постоянной или с течением времени изменяться. В зависимости от характера изменения скорости движение будет равномерным или неравномерным.

Рассмотрим движение, происходящее с постоянной скоростью, траекторией которого является прямая линия, т. е. равномерное прямолинейное движение.

Равномерным прямолинейным называют движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

Слова за «любые равные промежутки времени» означают, что, какие бы равные промежутки времени (1 с, 2 с, 5 мин, 10 мин и т. д.) мы ни выбрали, перемещение тела за эти равные промежутки времени будет одинаковым. Например, если автомобиль за каждые 2 мин проезжает 1800 м, за каждую 1 мин — 900 м, за каждую 1 с — 15 м, то можно считать, что он движется равномерно.

Понятно, что практически невозможно создать такие условия, чтобы движение тела было равномерным в течение достаточно большого промежутка времени. Поэтому равномерное движение является моделью реального движения.

2. Если сравнивать равномерное движение нескольких тел, можно отметить, что быстрота изменения их положения в пространстве может быть различной. «Быстрота» движения характеризуется физической величиной, называемой **скоростью**.

Скоростью равномерного прямолинейного движения называют векторную физическую величину, равную отношению перемещения тела ко времени, за которое это перемещение произошло.

Если за время t тело совершило перемещение $\vec{s}$, то скорость его движения $\vec{v}$ равна

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

Единица скорости в СИ — метр в секунду (1 м/с). Эту единицу можно получить, разделив единицу перемещения на единицу времени:

$$[v] = \frac{[s]}{[t]} = \frac{1 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

За единицу скорости принимают скорость такого равномерного движения, при котором тело за 1 с совершает перемещение 1 м.

Зная скорость равномерного движения, можно найти перемещение тела за любой промежуток времени:

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

Векторы скорости и перемещения при равномерном прямолинейном движении направлены в сторону движения тела.

3. Как мы уже сказали, основной задачей механики является определение в любой момент времени положения тела, т. е. его координаты. Запишем уравнение зависимости координаты тела от времени при равномерном прямолинейном движении. Это уравнение называют **уравнением движения**.

Пусть тело совершило перемещение $\vec{s}$. Направим координатную ось X по направлению перемещения тела (рис. 8, а). Запишем уравнение для проекции перемещения s_x на ось X . На рисунке x_0 — начальная координата тела, x — конечная координата тела. Проекция перемещения равна разности конечной и начальной координат тела:

$$s_x = x - x_0.$$

С другой стороны, проекция перемещения на ось X равна произведению проекции скорости на эту ось и времени:

$$s_x = v_x t.$$

Приравнявая правые части выражений, можно записать:

$$x - x_0 = v_x t.$$

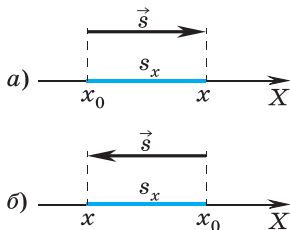


Рис. 8

Отсюда координата тела x в любой момент времени t :

$$x = x_0 + v_x t.$$

Если начальная координата тела $x_0 = 0$, то $x = v_x t$.

Таким образом, координату тела при равномерном прямолинейном движении в любой момент времени можно определить, если известны его начальная координата и проекция скорости движения на ось X .

Проекции скорости и перемещения могут быть как положительными, так и отрицательными. Проекция скорости положительна, если направление движения совпадает с направлением оси X (см. рис. 8, *a*). В этом случае $x > x_0$. Проекция скорости отрицательна, если тело движется против направления оси X (рис. 8, *б*). В этом случае $x < x_0$.

4. Зависимость координаты тела от времени можно представить графически.

Предположим, что тело движется из начала координат в направлении оси X с постоянной скоростью. Проекция скорости тела на эту ось равна 2 м/с. Уравнение движения в этом случае имеет вид: $x = 2t$ (м). Зависимость координаты тела от времени — линейная. Графиком такой зависимости является прямая, проходящая через начало координат (рис. 9).

Если в начальный момент времени координата тела $x_0 = 6$ м, а проекция его скорости $v_x = 2$ м/с, то уравнение движения имеет вид: $x = 6 + 2t$ (м). Это тоже линейная зависимость координаты тела от времени, и её графиком является прямая, проходящая через точку, для которой при $t = 0$ $x = 6$ м (рис. 10).

В том случае, если проекция скорости отрицательна, уравнение движения имеет вид: $x = 6 - 2t$ (м). График этой зависимости представлен на рисунке 11.

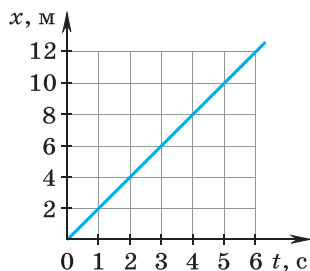


Рис. 9

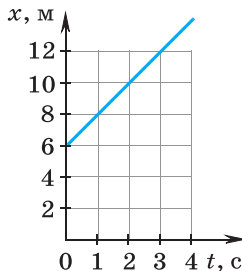


Рис. 10

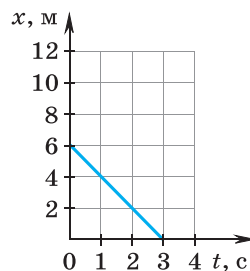


Рис. 11

Таким образом, движение тела может быть описано аналитически, т. е. с помощью уравнения движения, и графически, т. е. с помощью графика зависимости координаты тела от времени.

5. Пример решения задачи

При решении задач необходимо выполнять следующую последовательность действий.

1. Кратко записать условие задачи.

2. Проанализировать ситуацию, описанную в условии задачи:

— выяснить, можно ли принять движущиеся тела за материальные точки;

— сделать рисунок, изобразив на нём векторы скорости;

— выбрать систему отсчёта — тело отсчёта, направления координатных осей, начало отсчёта координат, начало отсчёта времени; записать начальные условия (значения координат в начальный момент времени) для каждого тела.

3. Записать уравнение движения для каждого тела с учётом начальных условий и знаков проекций скорости на координатные оси.

4. Решить задачу в общем виде.

5. Подставить в формулу значения величин и выполнить вычисления.

6. Проанализировать ответ.

Два автомобиля движутся навстречу друг другу равномерно и прямолинейно: один — со скоростью 10 м/с, другой — со скоростью 20 м/с. Определите время и координату места встречи автомобилей, если в начальный момент времени расстояние между ними равно 120 м.

Дано:

$$v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 20 \text{ м/с}$$

$$l = 120 \text{ м}$$

$$t — ?$$

$$x — ?$$

Решение:

Автомобили можно считать материальными точками, поскольку расстояние между ними много больше их размеров.

Задачу можно решить двумя способами: аналитически и графически.

1-й способ. Свяжем систему отсчёта с Землёй, ось OX направим в сторону движения первого автомобиля, за начало отсчёта



Рис. 12

координаты выберем точку O — положение первого автомобиля в начальный момент времени (рис. 12).

В начальный момент времени координаты каждого тела равны: $x_{01} = 0$; $x_{02} = l$.

Запишем уравнение движения: $x = x_0 + v_x t$.

Уравнения движения для каждого тела с учётом начальных условий имеют вид:

$$x_1 = v_1 t; \quad x_2 = l - v_2 t.$$

В момент встречи тел $x_1 = x_2$, следовательно:

$$v_1 t = l - v_2 t.$$

Отсюда

$$t = \frac{l}{v_1 + v_2};$$

$$t = \frac{120 \text{ м}}{10 \text{ м/с} + 20 \text{ м/с}} = 4 \text{ с}.$$

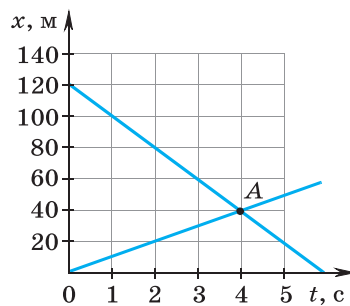


Рис. 13

Подставив значение времени в уравнение для координаты первого автомобиля, получим значение координаты места встречи автомобилей:

$$x = 10 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 40 \text{ м}.$$

2-й способ. Построим графики зависимости координаты автомобилей от времени, соответствующие уравнениям $x_1 = 10t$ (м) и $x_2 = 120 - 20t$ (м) (рис. 13). Точка A пересечения графиков соответствует времени и координате места встречи автомобилей: $t = 4 \text{ с}$, $x = 40 \text{ м}$.

Ответ: $t = 4 \text{ с}$; $x = 40 \text{ м}$.

Вопросы для самопроверки

1. Какое движение называют равномерным прямолинейным?
2. Что называют скоростью равномерного прямолинейного движения? Какова единица скорости в СИ?
3. Каково уравнение зависимости координаты равномерно движущегося тела от времени?