

Е. Н. ФИЛАТОВ

# ФИЗИКА – 7

Экспериментальный учебник  
4-е издание, исправленное и дополненное

---

**ГОТОВИМСЯ К ШКОЛЬНОМУ ТУРУ  
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ФИЗИКЕ**

Фрагмент учебника

Москва 2019

## § 4. Средняя путевая скорость

### Насколько быстро движется тело?

Ясно, что разные тела движутся по-разному: одно дело самолёт, другое – черепаха. Однако понятие «быстро–медленно» в общем-то субъективно (то есть зависит от точки зрения конкретной личности). Может быть, черепаха считает, что она движется с достаточной (для её комплекции) быстротой. А пилот самолёта, наоборот, может думать, что летит слишком медленно. Поэтому «быстроту» хорошо бы как-то определить количественно, то есть численной величиной.

Очень удобно определять быстроту движения величиной пройденного пути за единицу времени. Скажем, пешеход прошёл 5 км за час, самолёт пролетел 800 м за секунду, улитка проползла 2 см за минуту и т.д. Однако редко так бывает, чтобы пешеход шёл *ровно* час, самолёт летел *ровно* секунду, а улитка ползла *ровно* минуту. Поэтому для определения быстроты движения достаточно знать, какой путь *приходится* на единицу времени движения данного тела.

Вот, скажем, человек шёл в течение времени  $t = 2$  ч и прошёл за это время путь  $s = 11$  км. Спрашивается: какой путь *приходится* на 1 ч его ходьбы? Ясно:  $\frac{s}{t} = \frac{11 \text{ км}}{2 \text{ ч}} = 5,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ .

Разумеется, мы не можем быть уверены (если у нас нет дополнительной информации), что за каждый час своего движения человек прошёл точно 5,5 км: может быть, за первый час он прошёл 6 км, а за второй, притомившись, только 5 км. Но, тем не менее, в *среднем* быстрота его движения определяется величиной: 5,5 км/ч.

Итак, мы выяснили, что для определения средней быстроты движения тела, нужно пройденный путь  $s$  разделить на время  $t$ , за которое этот путь был пройден:  $\frac{s}{t}$ . Физики назвали эту величину

*средней путевой скоростью*.

**Средней путевой скоростью** называется физическая величина, равная отношению величины пройденного телом пути ко времени, в течение которого этот путь был пройден:

$$\text{СРЕДНЯЯ ПУТЕВАЯ СКОРОСТЬ} = \frac{\text{ПРОЙДЕННЫЙ ПУТЬ}}{\text{ВРЕМЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПУТИ}}.$$

Если обозначить путь буквой  $s$ , время – буквой  $t$ , а среднюю путевую скорость буквой  $v$ , получим следующую формулу:

$$v = \frac{s}{t}. \quad (4.1)$$

**Задача 4.1.** Автомобиль проехал путь  $s = 200$  км за время  $t = 3,50$  ч. Найдите его среднюю путевую скорость.

$s = 200 \text{ км}$ $t = 3,50 \text{ ч}$ $v = ?$	<p><b>Решение.</b> Согласно формуле (4.1) <math>v = \frac{s}{t}</math>. Подставим численные значения: <math>v = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ км}}{3,50 \text{ ч}} \approx 57,1 \text{ км/ч}</math>.</p>
---	---

*Ответ:*  $v = \frac{s}{t} \approx 57,1 \text{ км/ч}$ .

**СТОП! Решите самостоятельно!**

*Решите устно.*

**A1.** Космическая ракета преодолела расстояние  $s = 120$  км за время  $t = 11,0$  с. Вычислите среднюю путевую скорость ракеты.

**A2.** Сокол пролетел расстояние  $s = 900$  м за время  $t = 45$  с. Определите путевую скорость сокола.

**A3.** Вычислите среднюю скорость лыжника, прошедшего расстояние  $s = 20$  км за  $t = 3,0$  ч.

**A4.** Заяц пробежал расстояние  $s = 150$  м за время  $t = 9,0$  с. Какова средняя путевая скорость зайца?

**Б1.** Какое из двух тел движется с большей скоростью: тело, проходящее за время  $t_1 = 10$  с путь  $S_1 = 30$  м, или тело, проходящее за время  $t_2 = 3$  с путь  $S_2 = 12$  м?

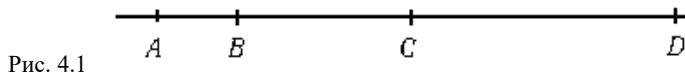


Рис. 4.1

**Б2.** Каждый из участков пути  $AB$ ,  $BC$  и  $CD$  (рис. 4.1) мотоциклист проехал за время  $t = 15$  мин. На каком из участков скорость мотоциклиста была наибольшей, наименьшей? Как менялась скорость мотоциклиста во время движения?

**Б3.** На рис. 4.2 линией  $ab\bar{c}b$  обозначена траектория движения искусственного спутника Земли. Каждый из участков траектории  $ab$  и  $bc$  спутник проходит за одинаковое время. На каком из участков траектории скорость спутника больше? меньше?

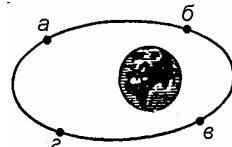


Рис. 4.2

Решите письменно.

**А5.** Первая в мире советская космическая ракета преодолела расстояние  $s = 370\,000$  км за  $t = 34,0$  ч. Определите среднюю скорость движения ракеты.

**А6.** За время  $t = 5$  ч 30 мин велосипедист проехал путь  $s = 100$  км. С какой средней скоростью двигался велосипедист?

**Б5.** С какой средней скоростью (в км/ч) двигался парашютист, если с высоты  $s = 1,5$  км он опустился на землю в течение  $t = 5,0$  мин?

**Б6.** Расстояние, равное  $s = 20$  км, пешеход преодолевает за  $t_1 = 5,0$  ч, кавалерист – за  $t_2 = 2,0$  ч, танк – за  $t_3 = 30$  мин, самолёт – за  $t_4 = 2,0$  мин, а артиллерийский снаряд – за  $t_5 = 40$  с. Рассчитайте скорости их движения в м/с.

---

### Как найти путь, зная среднюю путевую скорость и время движения?

Умножим обе части равенства (4.1)  $v = \frac{s}{t}$  на  $t$ :  $v \cdot \cancel{t} = \frac{s}{\cancel{t}} \cdot \cancel{t}$ . Сокра-

тив  $t$  в правой части, получим:

$$s = v \cdot t. \quad (4.2)$$

**Задача 4.2.** Ракета совершила оборот вокруг планеты на время  $t = 1,50$  ч. Какой путь прошла ракета, если ее средняя путевая скорость  $v = 11,2$  км/с?

$v = 11,2$ км/с
$t = 1,50$ ч
$s = ?$

**Решение.** Переведём время 1,50 ч в секунды:

$$t = 1,50 \text{ ч} = 1,50 \cdot (1 \text{ ч}) = 1,50 \cdot (3600) \text{ с} = 5400 \text{ с}.$$

Согласно формуле (16.2)  $s = v \cdot t$ . Подставим численные значения:

$$s = v \cdot t = (11,2 \text{ км/с}) \cdot (5400 \text{ с}) = 60\,480 \text{ км}.$$

**Ответ:**  $s = 60\,480$  км.

---

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**А7.** Средняя путевая скорость автобуса за время  $t = 12$  ч равна  $v = 60$  км/ч. Определите путь, пройденный автобусом.

**А8.** Скорость черепахи  $v = 0,50$  км/ч. Какое расстояние может преодолеть черепаха за время  $t = 8,0$  ч?

**А9.** Скорость бегуна на короткие дистанции  $v = 10$  м/с. Какое расстояние он пробежит за время  $t = 14$  с?

**А10.** Скорость джейрана  $v = 26$  м/с. Вычислите путь, который может преодолеть джейран на время  $t = 1,0$  ч.

**A11.** Скорость орбитального движения Земли вокруг Солнца  $v = 30$  км/с. Какое расстояние пролетает в космосе Земля за время  $t = 1,0$  ч?

**A12.** Какое расстояние прошёл пешеход за время  $t = 3$  ч 20 мин, если его средняя путевая скорость на этом пути  $v = 4,8$  км/ч?

**A13.** Пассажирский реактивный самолёт ТУ-154 пролетел путь между двумя крайними точками города за время  $t = 1,0$  мин. Определите длину города в направлении полета самолёта, если он летел со скоростью  $v = 840$  км/ч.

**B7.** Определите расстояние между станциями московского метро «Комсомольская-кольцевая» и «Белорусская-кольцевая», если поезд проходит это расстояние за время  $t = 10$  мин, двигаясь со средней путевой скоростью  $v = 40$  км/ч.

**B8.** Пассажирский самолёт ТУ-154 вылетел из Красноярска в момент времени  $t_n = 10$  ч 20 мин и в момент времени  $t_k = 16$  ч 00 мин того же дня прибыл в Нижний Новгород, не делая остановок в пути (время московское). Средняя путевая скорость самолёта составила  $v = 526$  км/ч. Определите пройденный путь.

**B9.** Какое расстояние пролетает Луна за время  $t = 30$  сут, если средняя скорость её орбитального движения вокруг Земли  $v = 1,02$  км/с?

---

### Как, зная среднюю путевую скорость и путь, найти время движения?

Разделим обе части равенства (4.2)  $s = vt$  на  $v$ , получим  $\frac{s}{v} = \frac{v \cdot t}{v}$ .

Сократив  $v$  в правой части равенства, получим формулу:

$$t = \frac{s}{v}. \quad (4.3)$$

**Задача 4.3.** Человек прошёл путь  $s = 90$  м со средней скоростью  $v = 1,5$  м/с. Сколько времени шёл человек?

$s = 90$ м
$v = 1,5$ м/с
$t = ?$

**Решение.** Согласно формуле (16.3)  $t = \frac{s}{v}$ . Под-

ставим численные значения:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{90 \text{ м}}{1,5 \text{ м/с}} = 60 \text{ с.}$$

**Ответ:**  $t = \frac{s}{v} \approx 60$  с.

---

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**А14.** Африканский страус пробежал расстояние  $s = 40$  км со средней скоростью  $v = 80$  км/ч. Определите время его движения.

**А15.** Почтовый голубь пролетел расстояние  $s = 500$  м со средней скоростью  $v = 20$  м/с. Определите время полёта.

**А16.** За какое время муха пролетит расстояние  $s = 1,0$  км, если ее средняя скорость  $v = 5,0$  м/с?

**А17.** Средняя скорость движения артиллерийского снаряда  $v = 0,50$  км/с. Определите время, за которое снаряд пролетает расстояние  $s = 10$  м.

**Б10.** В начале своего движения второй искусственный спутник Земли обращался вокруг нашей планеты по замкнутой траектории длиной  $s = 49800$  км. Определите время одного оборота, считая скорость спутника  $v = 8,0$  км/с.

**Б11.** Скорость распространения сигнала по нервным волокнам можно принять равной  $v = 50$  м/с. Вообразим, что рука человека стала такой длиной, что он сумел дотянуться до Солнца. Через какое время он почувствует боль от ожога? Расстояние от Земли до Солнца  $s = 150\,000\,000$  км.

**Б12.** За какое время танк преодолеет участок пути  $s = 200$  м при средней путевой скорости  $v = 40$  км/ч?

**Б13.** Первый облёт Земли на космическом корабле «Восток» Гагарин совершил со средней скоростью  $v = 28\,000$  км/ч. Определите время облёта, если длина пути  $s = 41\,580$  км.

---

**Задача 4.4<sub>ш</sub>.** Китайскому крестьянину нужно построить плот. Крестьянин знает, что хороший плот получается из 40 цельных стволов бамбука, каждый длиной 100 чи (чи – древнекитайская мера длины, 1 чи = 30,12 см). Беда в том, что весь бамбук в округе вчера вырубил. Сколько времени придется ждать, пока он не вырастет заново, если бамбук за сутки вырастает на 75,3 см, а в округе есть 60 бамбуковых растений?

1 чи = 30,12 см
$l = 100$ чи
$v = 75,3$ см/сут
$t = ?$

**Решение.** Поскольку стволы должны быть цельными, надо подождать пока каждое дерево вырастет до  $l = 100$  чи =  $100 \cdot (30,12)$  см = 3012 см.

Ждать придётся  $t = \frac{l}{v} = \frac{3012 \text{ см}}{75,3 \text{ см/сут}} = 40$  сут.

**Ответ:** 40 суток.

---

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**В1<sub>ш</sub>.** 14 ноября 1889 года журналистка Нелли Блай отправилась налегке в кругосветное путешествие по маршруту: Нью-Йорк–Лондон–Париж–

Бриндизи–Суэц–Цейлон–Сингапур– Гонконг–Йокогама–Сан-Франциско– Нью-Йорк с целью повторить рекорд Филеаса Фогга. Она финишировала в Нью-Йорке, преодолев 24899 миль (1 миля = 1,6 км) перемещаясь со средней скоростью 6,38128 м/с. Определите время ее путешествия, которое было зафиксировано в редакции газеты (с точностью до секунды).

**В2<sub>ш.</sub>** Космический аппарат «Вояджер-2», запущенный в 1977 г. и летящий за пределы Солнечной системы, в настоящее время находится на расстоянии около 100 астрономических единиц от Земли. Определите, сколько часов потребуется для получения аппаратом светового сигнала с Земли, когда он будет находиться от неё на расстоянии 108 астрономических единиц. Скорость распространения светового сигнала принять равно 300000 км/с. Астрономическую единицу принять равной примерно 150 миллионам км.

**Г1<sub>ш.</sub>** *Хочу я купить сапоги – скороходы,*

*Ходить в скороходах отлично в походы:*

*Шагнул один шаг – и проделал семь верст.*

*Обгонишь автобус и паровоз.*

*За час не спеша обойдешь вокруг света,*

*Догнать тебя сможет только ракета!*

Приняв 1 версту примерно за 1,07 км, длительность шага за 1 с, а длину экватора за 40000 км, рассчитайте, действительно ли можно обойти всю Землю за один час.

**Задача 4.5<sub>ш.</sub>** Почтальон Печкин двигаясь на велосипеде с постоянной скоростью, объехал одну за другой улицы деревни, доставляя корреспонденцию. Линия, вдоль которой двигался почтальон, показана на рис. 4.3. Во сколько раз быстрее проехал бы Печкин расстояние от  $A$  до  $B$ , если бы двигался с вдвое большей скоростью по прямой?

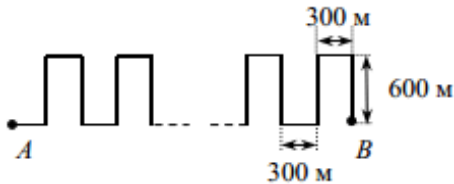


Рис. 4.3

**Решение.** Поскольку путь

Печкина состоит из повторяющихся одинаковых участков, рассмотрим один такой участок  $ABCA_1$  (рис. 4.4).

Пусть скорость Печкина равна  $v$ , тогда время его движения на пути  $ABCA_1$  составляет сумму времен на каждом участке:  $AB$ ,  $CB$ ,  $CD$ ,  $DA_1$ , т.е.

$$t_1 = \frac{300}{v} + \frac{600}{v} + \frac{300}{v} + \frac{600}{v} = \frac{1800}{v}.$$

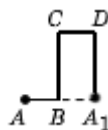


Рис. 4.4

2. Пусть теперь Печкин движется из  $A$  в  $A_1$  по отрезку  $AA_1$  напрямик со скоростью в 3 раза большей  $2v$ . Тогда время его движения будет равно сумме времен на участках  $AB$  и  $BA_1$ :

$$t_2 = \frac{300}{2v} + \frac{300}{2v} = \frac{600}{2v} = \frac{300}{v}.$$

3. Найдём отношение:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{1800}{v} : \frac{300}{v} = \frac{1800}{v} \cdot \frac{v}{300} = \frac{1800}{300} = 6.$$

Значит, во втором случае Печкин проехал бы быстрее в 6 раз.

*Ответ:* в 6 раз.

**СТОП! Решите самостоятельно!**

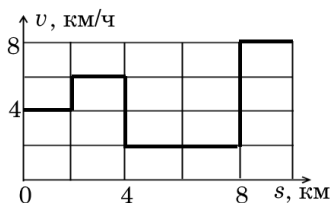


Рис. 4.5

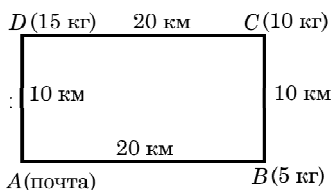


Рис. 4.6

**В3<sub>ш</sub>.** На рис. 4.5 показан график зависимости пути, пройденного туристом, от времени. Определите, за какое время турист прошел 10 км.

**В4<sub>ш</sub>.** Почтальон Печкин из пункта  $A$  должен доставить посылки Дяде Фёдору, коту Матроскину и Шарикуну в три пункта:  $B$ ,  $C$  и  $D$  соответственно. Схема всех дорог Простоквашинского района и массы посылок, доставляемых в пункты назначения, указаны на рис. 4.6. С полным грузом Печкин выезжает на спортивном велосипеде из пункта  $A$  со скоростью  $v = 5$  км/ч. Оставляя посылку в каждом пункте назначения, Печкин может увеличить скорость своего движения на столько километров в час, на сколько килограммов уменьшилась масса доставляемого груза.

Например, доставив Дяде Фёдору в пункт  $B$  посылку массой 5 кг, Печкин может увеличить скорость своего дальнейшего движения на 5 км/ч. Укажите маршрут, по которому нужно двигаться Печкину, чтобы за наименьшее время доставить все грузы в пункты назначения и вернуться на почту (пункт  $A$ ). Найдите это время. Почтальон может передвигаться только по дорогам.

**Г3<sub>ш</sub>.** По мачте высотой 5 м начала ползти снизу вверх с постоянной по модулю скоростью гусеница. За каждый час она сначала поднимается на 2 м, а затем опускается на 1 м. Через какое время она достигнет вершины?



**Задачи, в которых используется формула  $t = \frac{s}{v}$**

**и необходимо составить уравнение**

**Задача 4.6<sub>ш</sub>.** Подвернув ногу, снежный барс вызвал доктора Айболита домой, куда вели две дороги: короткая – длиной 27 км и длинная – 52 км. Айболит поехал по короткой дороге, и навигатор рассчитал, что доктор приедет в 13.30. Однако, проехав 10 км, Айболит обнаружил, что дорогу замело снегом. Айболит сразу поехал обратно и, вернувшись, поехал по длинной дороге. К барсу он прибыл в 14.00. Найдите скорость Айболита, считая, что она была постоянной.

**Решение.** Составим схему движения Айболита к барсу (рис. 4.7).

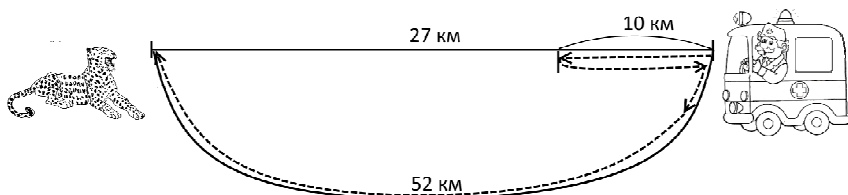


Рис. 4.7

Пусть  $v$  – скорость движения Айболита. Если бы он ехал по короткой дороге, то затратил бы время  $t = \frac{27 \text{ км}}{v}$ . Но так как путь Айболита был другим (см. рисунок), то он проехал  $10 + 10 + 52 = 72$  км. Поскольку Айболит опоздал на время  $\Delta t = 14.00 - 13.30 = 30$  мин, то  $t_2 - t_1 = \frac{1}{2}$  ч  $\rightarrow \frac{72}{v} - \frac{27}{v} = \frac{1}{2}$ . Решим это уравнение:

$$\frac{72 - 27}{v} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{45}{v} = \frac{1}{2} = 90.$$

**Ответ:**  $v = 90$  км/ч.

---

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**Г4<sub>ш</sub>.** Емеля пошёл из деревни в город со скоростью  $v_1 = 5$  км/ч. Начался сильный снегопад, и он снизил скорость до  $v_2 = 3$  км/ч. Когда снегопад кончился, Емеля вновь пошёл со скоростью  $v_1$ . В результате, в город он прибыл на 30 минут позже запланированного. Сколько времени шел снегопад?

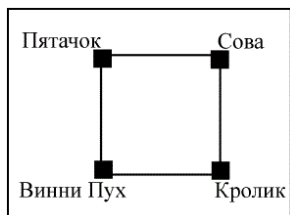


Рис. 4.8

**Г5<sub>ш</sub>.** Согласно плану местности (рис. 4.8) домики Винни-Пуха, Пятачка, Совы и Кролика находятся в вершинах квадрата со стороной  $L = 500$  м. К каждому домику ведут прямые тропинки. На тропинке между домиком Пятачка и домиком Совы находится прудик, где, как правило, грустит ослик Иа.

В 10 часов утра Вини-Пух отправился к Пятачку. Вини-Пух двигался равномерно со скоростью  $v_1 = 4$  км/ч. В это же время шустрый Кролик направился к домику Совы и тоже двигался равномерно со скоростью  $v_2 = 8$  км/ч. Когда Вини-Пух встретил Пятачка, они вместе продолжили равномерно двигаться со скоростью  $v_3 = 3$  км/ч по тропинке к прудику. Аналогично поступили и встретившиеся Кролик и Сова. Почтенная Сова могла передвигаться несколько медленнее, чем Кролик, поэтому скорость их равномерного движения была  $v_4 = 2$  км/ч. Все четверо друзей прибыли к Иа одновременно. На каком расстоянии от домика Совы находится «прудик грусти» ослика Иа? Ответ выразите в метрах.

**Д1<sub>ш</sub>.** Карлсон съедает 30 конфет каждый раз, когда летит от своего домика на крыше до квартиры Малыша. Однажды мотор Карлсона заглох в полёте, поэтому оставшиеся две трети пути до дома Малыша Карлсону пришлось идти пешком. Известно, что в этот раз за всё время движения Карлсон съел 42 конфеты. Во сколько раз быстрее Карлсон летает, чем ходит пешком? Считайте, что Карлсон летает и ходит с постоянными скоростями, а все конфеты ест за одинаковые промежутки времени и, съев конфету, тут же принимается за следующую.

## Траектория и путь

*Траекторией* называется линия, вдоль которой движется тело.

Например, линия, прочерченная мелом на доске, – это траектория кусочка мела; светящийся след, оставленный в ночном небе метеоритом, – это траектория метеорита (рис. 4.8, а); ломаная линия, по которой движется молекула газа, – это траектория молекулы газа (рис. 4.8, б).



Рис. 4.8

## Построение траектории по описанию

**Задача 4.7<sub>ш</sub>.** Обнаружена запись о местонахождении клада: «От старого дуба пройти на север 20 м и повернуть налево, пройти 30 м и повернуть налево, пройти 60 м и повернуть направо, пройти 15 м и повернуть направо, пройти 40 м и здесь копать». Каков путь, который согласно записи надо пройти, чтобы дойти от дуба до клада? На каком расстоянии от дуба находится клад? Выполните рисунок задачи.

**Решение.** Изобразим траекторию поиска клада на клетчатой бумаге в масштабе 2 клетки = 10 м (рис. 4.9). Из рисунка легко определить, что расстояние от клада до старого дуба 45 м.

**Ответ:** 45 м.

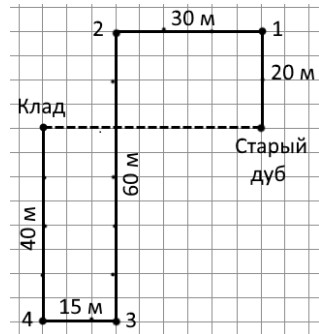


Рис. 4.9

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**Г6<sub>ш</sub>.** Кот Матроскин и пёс Шарик решили отправиться на поиски клада. Тёмной ночью от своего дома они шли, запутывая следы и не меняя скорости: 20 минут на север, затем полчаса на восток; потом 10 минут опять на север, затем час на запад; потом 30 минут на юг; затем 600 секунд на восток; потом опять полчаса на юг и, повернув на восток, через 20 минут оказались у таблички с надписью «Клад». Сколько минут потребуется друзьям, чтобы, двигаясь с кладом со скоростью в 2 раза меньшей, чем их скорость на пути к кладу, пройти к своему дому напрямик – по кратчайшему пути?

$$\text{Средняя скорость } v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots}$$

**Задача 4.8.** Первую часть пути  $s_1 = 5$  км спортсмен преодолел за время  $t_1 = 0,5$  ч, а вторую часть пути  $s_2 = 11$  км – за время  $t_2 = 1,5$  ч. Найдите среднюю путевую скорость на всём пути.

$s_1 = 5$ км
$t_1 = 0,5$ ч
$s_2 = 11$ км
$t_2 = 1,5$ ч
$v = ?$

**Решение.** Пусть  $s$  – весь путь, пройденный спортсменом. Тогда

$$s = s_1 + s_2. \quad (1)$$

Пусть  $t$  – все время движения спортсмена, тогда

$$t = t_1 + t_2. \quad (2)$$

Подставим полученные значения  $s$  и  $t$  в формулу (4.1):

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{5 \text{ км} + 11 \text{ км}}{0,5 \text{ ч} + 1,5 \text{ ч}} = \frac{16 \text{ км}}{2 \text{ ч}} \approx 8 \text{ км/ч.}$$

*Ответ:*  $v = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} \approx 8 \text{ км/ч.}$

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**Б14.** По наклонному жёлобу шарик скатился за время  $t_1 = 2$  с, а затем двигался по горизонтальной поверхности пола еще  $s_2 = 4$  м в течение времени  $t_2 = 8$  с. Считая длину жёлоба равной  $s_1 = 2$  м, определите среднюю скорость шарика при движении по жёлобу, при движении по полу и на всём пути.

**Б15.** Вагон, двигаясь под уклон с сортировочной горки, проходит путь  $s_1 = 120$  м за время  $t_1 = 10$  с. Скатившись с горки и продолжая двигаться, он проходит до полной остановки еще  $s_1 = 300$  м за  $t_2 = 1,5$  мин. Определите среднюю скорость вагона за все время движения.

**В4.** График бега спортсмена на дистанции 100 м таков: первые  $s_1 = 30$  м он пробежал за  $t_1 = 3,6$  с, следующие  $s_2 = 50$  м за  $t_2 = 5,0$  с, последние  $s_3 = 20$  м – за  $t_3 = 2,2$  с. Рассчитайте средние скорости спортсмена на каждом участке и на всём пути.

**В5.** За первые  $t_1 = 2,0$  ч велосипедист проехал путь  $s_1 = 30$  км, за следующие  $t_2 = 2,0$  ч еще  $s_2 = 25$  км и на последний участок  $s_3 = 18$  км он затратил  $t_3 = 1,0$  ч. Определите среднюю скорость на всём пути.

**В6.** Расстояние от Земли до Луны  $s = 380\,000$  км. Космический корабль преодолел первую половину этого расстояния за время  $t_1 = 25$  ч, а вторую – за  $t_2 = 50$  ч. Определите среднюю скорость движения корабля на первой половине пути, на второй половине и на всей траектории, считая движение прямолинейным.

**В7.** На горизонтальном участке пути автомобиль двигался со скоростью  $v_1 = 72$  км/ч в течение  $t_1 = 10$  мин, затем преодолевал подъем со скоростью  $v_2 = 36$  км/ч в течение  $t_2 = 20$  мин. Какова средняя скорость на всём пути?

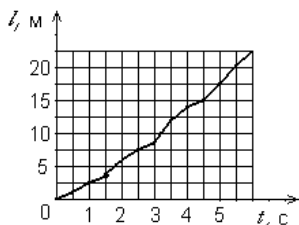


Рис. 4.10

**В8.** По графику, приведенному на рис. 4.10, определите среднюю скорость переменного движения тела в течение первой секунды, шестой секунды, за всё время движения.

## Средняя скорость при движении с остановками

**Задача 4.9<sub>ш</sub>.** Таракан Митрофан совершает прогулку по кухне. Первые 10 с он шел со скоростью 1 см/с в направлении на север, затем повернул на запад и прошел 50 см за 10 с, 5 с постоял, а затем в направлении на северо-восток со скоростью 2 см/с проделал путь длиной 20 см. Здесь его настигла нога человека. Сколько времени гулял по кухне таракан Митрофан? Какова средняя скорость движения таракана Митрофана?

**Решение.** Средняя скорость =  $\frac{\text{Весь путь}}{\text{Всё время}}$ .

Весь путь = 10 с · 1 см/с + 50 см + 30 см = 80 см.

Всё время = 10 с + 10 с + 5 с +  $\frac{20 \text{ см}}{2 \text{ см/с}}$  = 10 + 10 + 5 + 10 = 35 с.

Тогда  $v_{\text{ср}} = \frac{80 \text{ см}}{35 \text{ с}} \approx 2,28 \text{ см/с}$ .

**Ответ:**  $v_{\text{ср}} \approx 2,28 \text{ см/с}$ .

---

### СТОП! Решите самостоятельно!

**В9<sub>ш</sub>.** Автомобиль в пробке, как правило, стоит 4 мин, а едет 1 мин. С какой минимальной скоростью он должен ехать, чтобы всё-таки двигаться быстрее спешащего пешехода? Скорость пешехода 7,2 км/ч. Ответ дайте в м/с и округлите до целых.

**Г7<sub>ш</sub>.** На рис. 4.11 показан график зависимости пути от времени для автобуса в течение трёх часов движения. В течение следующих двух часов автобус ехал с некоторой постоянной скоростью. Какова была эта скорость, если средняя скорость автобуса за 5 ч движения оказалась равной 28 км/ч?

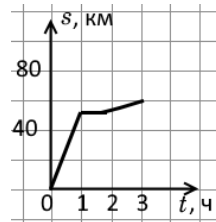


Рис. 4.11

**Г8<sub>ш</sub>.** Турист вышел из лагеря и первые 5 км прошёл со скоростью 5 км/ч. Следующие 15 км – со скоростью 6 км/ч. Потом он остановился на ночь и не двигался в течение 10 ч. Сверившись с картой, турист обнаружил, что прошёл половину пути до вулкана. Оставшийся путь он прошёл со скоростью 5 км/ч. Чему была равна его средняя скорость на пути от лагеря до вулкана? Ответ выразите в км/ч и округлите до десятых.

---

## Движение навстречу

Мы знаем, что если тело со скоростью  $v_1$  движется навстречу другому телу, которое движется со скоростью  $v_2$ , то *скорость их сближения* равна сумме скоростей:  $v_{сб} = v_1 + v_2$ . Это значит, что если начальное расстояние между телами было  $L$ , то через время

$$t = \frac{L}{v_{сб}} = \frac{L}{v_1 + v_2} \text{ тела встретятся.}$$

**Задача 4.10<sub>ш</sub>.** Пассажир поезда, идущего на станцию "Новые Васюки" заметил, что через каждые 8 мин мимо него проезжает первый вагон встречного состава. Он знал, что поезда уходят со станции "Новые Васюки" каждые 20 мин и следуют со скоростью 60 км/ч. С какой скоростью движется поезд пассажира? Ответ представьте в км/ч и округлите до целых.

**Решение.** Заметим, что в тот момент, когда от станции «Новые Васюки» отправляется второй поезд, первый поезд уже находился в пути 20 мин  $= \frac{20}{60}$  ч и, двигаясь со скоростью  $v_1 = 60$  км/ч, прошёл

за это время расстояние  $L = 60 \text{ км/ч} \cdot \frac{20}{60} \text{ ч} = 20 \text{ км}$ . Это значит, что

в момент, когда первый поезд проезжал мимо пассажира, второй поезд находился на расстоянии  $L = 20$  км позади первого поезда.

Теперь рассмотрим следующую ситуацию: поезд с пассажиром движется навстречу второму поезду с некоторой неизвестной скоростью  $v_2$ , а второй поезд движется навстречу пассажиру со скоростью  $v_1 = 60$  км/ч. При этом между ними расстояние  $L = 20$  км. По условию задачи пассажир и второй поезд встретились через время

$$t = 8 \text{ мин} = \frac{8}{60} \text{ ч. Значит, } t = \frac{L}{v_1 + v_2} \rightarrow \frac{8}{60} = \frac{20}{60 + v_2} \rightarrow 8 \cdot (60 + v_2) = 60 \cdot 20 \rightarrow 480 + 8 \cdot v_2 = 1200 \rightarrow 8v_2 = 720 \rightarrow v_2 = 90.$$

*Ответ:* 90 км/ч.

---

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**В10<sub>ш</sub>.** Электропоезд Орел–Курск длиной 150 м движется со скоростью 15 м/с. Навстречу ему со скоростью 10 м/с движется электропоезд Курск–Орел длиной 200 м. За какое время электропоезд Орел–Курск проезжает мимо пассажира последнего вагона электропоезда Курск–Орел?

**Г9<sub>ш</sub>. Будни дорожной службы.** На уборке снега работают две снегоочистительные машины. Первая из них может убрать 1 км дороги за 1 ч 10 мин, а вторая – за 50 мин. Однажды они должны были очистить от снега участок дороги длиной 5,5 км. Начав уборку одновременно, обе машины проработали вместе 1 ч 45 мин, после чего первая машина сломалась. Сколько нужно времени, чтобы одна вторая машина закончила работу?

**Г10<sub>ш</sub>.** Школьник Петя едет в поезде и смотрит в окно. Он заметил, что вдоль дороги через каждый километр установлены специальные столбики и что когда дорога поворачивает, то из окна можно увидеть весь свой состав целиком. Чтобы развлечься, Петя решил заняться измерениями. В момент, когда некоторый столбик поравнялся с началом первого вагона, Петя запустил секундомер. Когда тот же столбик поравнялся с концом десятого вагона, Петя сделал первую отметку времени, а вторая отметка была сделана в момент, когда конец десятого вагона прошёл мимо следующего столбика. Получились результаты 9,2 с и 47,7 с соответственно. Затем Петя увидел, что навстречу его поезду идёт другой пассажирский поезд, и решил провести ещё одно измерение. Встречный состав из 13 вагонов прошёл мимо Пети за 6,0 с. Предполагая, что длины всех вагонов (в обоих поездах) одинаковы и скорости обоих поездов постоянны, найдите длину вагона и скорость встречного поезда.

---

### Движение вдогонку

Мы знаем, что если тело со скоростью  $v_1$  движется вдогонку за другим телом, скорость которого  $v_2 < v_1$ , то *скорость их сближения* равна разности скоростей:  $v_{сб} = v_1 - v_2$ . Это значит, что если начальное расстояние между телами было  $L$ , то через время

$$t = \frac{L}{v_{сб}} = \frac{L}{v_1 - v_2} \text{ тела встретятся.}$$

**Задача 4.11<sub>ш</sub>.** Автомобиль едет по прямой дороге со скоростью 72 км/ч, а худощавый спортсмен совершает вдоль этой дороги пробежку в том же направлении со скоростью 3 м/с. За какое время автомобиль обгонит спортсмена, если первоначальное расстояние между передними фарами автомобиля и бегуном составляет 31 м (вдоль направления движения), а длина автомобиля равна 3 м?

$$\begin{array}{l} v_1 = 72 \text{ км/ч, } v_2 = 3 \text{ м/с} \\ L = 31 \text{ м, } l = 3 \text{ м} \\ t = ? \end{array}$$

**Решение.** Автомобиль обгонит спортсмена в тот момент, когда его *задние фары* поравняются со спортсменом. То есть нам

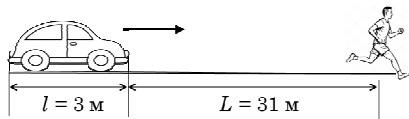


Рис. 4.12

$= 3 + 31 = 34$  м (рис. 4.12). Значит, искомое время

$$t = \frac{L+l}{v_1 - v_2} = \frac{34 \text{ м}}{72 \text{ км/ч} - 3 \text{ м/с}} = \frac{34 \text{ м}}{20 \text{ м/с} - 3 \text{ м/с}} = \frac{34 \text{ м}}{17 \text{ м/с}} = 2 \text{ с.}$$

*Ответ:* через 2 с.

надо найти время, за которое задние фары автомобиля догонят спортсмена. Начальное расстояние между спортсменом и задними фарами автомобиля  $l + L =$

### СТОП! Решите самостоятельно!

**В11<sub>ш.</sub>** Школьники Вася и Петя играли в салочки. Вася вероломно подкрался к стоящему Пете и сделал его ведущим, после чего Вася сразу же побежал со скоростью 5 м/с. Петя 2 с думал, что же случилось, а потом пустился в погоню со скоростью 7,5 м/с. Через сколько секунд после своего старта Петя догнал Васю?

**В12<sub>ш.</sub>** Гном Гимли, подкравшись со спины к эльфу Леголасу, хлопнул его по плечу и бросился бежать со скоростью 5 м/с. Леголас выждал 5 секунд и побежал за ним со скоростью 7,5 м/с. Сколько продлится погоня?

**В13<sub>ш.</sub>** Карл украл из сумочки Клары кораллы и побежал со скоростью 4 м/с. Клара заметила пропажу в тот момент, когда Карл находился на расстоянии 30 м, и побежала вдогонку за ним со скоростью 5 м/с. Какое расстояние должна пробежать Клара, чтобы, опередив Карла на 10 м, показать ему его драгоценный кларнет?

**В14<sub>ш.</sub>** Бегуны Степан и Усейн соревнуются в беге. Усейн бежит со скоростью 6 м/с, а Степан со скоростью 4 м/с. Их соревнование длилось 10 минут, и Степан проиграл Усейну 1 круг. Найдите длину круга.

## Равномерное движение и колебания

**Задача 4.12.** Сколько тысяч колебаний за секунду совершается в ультразвуковой волне, если за одно колебание ультразвуковая волна проходит расстояние 1,1 м? Скорость звука составляет 300 м/с. Ответ округлите до целых.

**Решение.**

*Читатель:* А что такое ультразвуковая волна? И что там в ней колеблется? И вообще, что такое колебание?

*Автор:* Колебания – это повторяющиеся движения.







Например, колеблется маятник настенных часов, колеблется ветки деревьев при порывах ветра, совершает колебания сердце человека и т.д. Мы с Вами будем считать, что каждое колебание совершается за одинаковое время.

Забегая вперёд, отметим, что это называется *периодом колебаний*. А вот что такое ультразвуковая волна и что именно в ней колеблется, нам с Вами сейчас *не важно!* Важно лишь то, что за одно колебание ультразвуковая волна проходит путь  $s = 1,1 \text{ мм} = 0,0011 \text{ м}$ . А теперь скажите, какое время длится одно колебание? Или, что то же самое, чему равен *период колебаний*?

*Читатель:* Поскольку скорость звука  $v = 300 \text{ м/с}$ , то время колеба-

$$\text{ний } t = \frac{s}{v} = \frac{0,0011 \text{ м}}{300 \text{ м/с}} = \frac{1}{300\,000} \text{ с.}$$

*Автор:* Совершенно верно! Пусть за 1 с совершается  $n$  колебаний,

$$\text{тогда } n \cdot t = 1 \text{ с} \rightarrow n = \frac{1}{t} = 1 : \frac{1}{300\,000} = 300\,000 .$$

*Ответ:* 300 тысяч колебаний.

**СТОП!** Решите самостоятельно!

**В15<sub>ш.</sub>** Радиопередатчик излучает электромагнитную волну с частотой 20 мегагерц (это означает, что совершается 20 миллионов колебаний в секунду). Какое расстояние пройдёт эта электромагнитная волна за одно колебание? Ответ представьте в метрах и округлите до целых. Электромагнитная волна распространяется со скоростью 300 000 км/с.

**В16<sub>ш.</sub>** Путешественник катит чемодан на колёсиках со скоростью 1,25 м/с по дорожке, вымощенной квадратной тротуарной плиткой в направлении, перпендикулярном стыкам между плитками. При этом колёса постукивают на стыках с периодичностью 5 стуков в секунду. Чему равен размер тротуарной плитки?

**Г11<sub>ш.</sub>** Электромагнитная волна зелёного цвета за время колебаний проходит расстояние 500 нм. Представим, что электрон за это же время проходит путь 0,3 нм. С какой скоростью движется электрон? Ответ представьте в км/с и округлите до целых. Скорость света составляет 300000 км/с.

## Движение по движущейся дороге

Приведем два примера движения по движущейся дороге: река, по течению которой плывёт лодка, и эскалатор метро, по которому идёт человек. Мы знаем, что если скорость течения реки  $u$  км/ч, а

скорость лодки в стоячей воде  $v$  км/ч, то скорость лодки относительно берега равна:  $v + u$ , если лодка плывёт по течению, и  $v - u$ , если лодка плывёт против течения. С эскалатором ситуация аналогичная: если человек идёт по направлению движения эскалатора, то их скорости складываются, а если против направления движения – из скорости человека вычитается скорость эскалатора.

**Задача 4.13<sub>ш</sub>.** Два человека одновременно вступают на эскалатор с противоположных сторон и движутся на встречу друг другу с одинаковыми скоростями относительно эскалатора  $v = 2$  м/с. На каком расстоянии от конца эскалатора они встретятся? Длина эскалатора  $L = 100$  м, его скорость  $u = 1,5$  м/с (рис. 4.13).

$$\begin{aligned} v &= 2 \text{ м/с} \\ u &= 1,5 \text{ м/с} \\ L &= 100 \text{ м} \\ t &= ? \end{aligned}$$

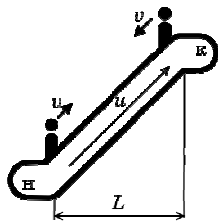


Рис. 4.13

**Решение.** Начнём с того, что найдём время, через которое произойдёт встреча. Поскольку относительно эскалатора люди движутся навстречу друг другу с равными скоростями  $v$ , а начальное расстояние между ними  $L$ , то встреча произойдёт через

$$t = \frac{L}{v + v} = \frac{100}{2 + 2} = 25 \text{ с.}$$

Относительно земли человек, едущий от конца эскалатора, движется со скоростью

$$v - u = 2 - 1,5 = 0,5 \text{ м/с.}$$

За время  $t = 25$  с он пройдёт расстояние

$$(v - u) \cdot t = 0,5 \text{ м/с} \cdot 25 \text{ с} = 12,5 \text{ м.}$$

**Ответ:** на расстоянии 12,5 м от конца эскалатора.

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**В17<sub>ш</sub>.** Два брата-близнеца Антон и Василий, находясь в торговом центре, увидели два эскалатора, один из которых стоял, а другой работал. Ребята поспорили, кто из них первым пробежит туда и обратно по ступенькам эскалатора. Кто из них победит, если Антон побежал по неработающему эскалатору, а Василий — по движущемуся? Насколько велика будет разница во времени между братьями? Каждый эскалатор имеют длину 18 м. Скорость движения эскалатора равна 0,6 м/с. Скорость братьев относительно ступенек одинакова, не зависит от направления бега и составляет 3 м/с.

**В18<sub>ш</sub>.** Гольфстрим (от англ. gulf stream – течение из залива) – тёплое течение в Атлантическом океане. Гольфстрим переносит около 100 млн тонн тёплой воды в секунду. Его скорость поразительно велика – от 90 до

250 см/с. Это означает, что Гольфстрим может весьма значительно повлиять на продолжительность путешествия по океану в зависимости от того, в каком направлении движется судно. Определите, во сколько раз отличается скорость относительно берега у трансатлантического лайнера, плывущего сначала по направлению течения Гольфстрима (с юго-запада на северо-восток), а потом против этого течения, если скорость лайнера относительно воды 27 км/ч. Скорость течения воды примите равной 250 см/с.

**Г12<sub>ш</sub>.** Два мальчика Петя и Вася решили устроить гонки на движущемся вниз эскалаторе. Начав одновременно, они побежали из одной точки, расположенной точно посередине эскалатора, в разные стороны: Петя – вниз, а Вася вверх по эскалатору. Время, затраченное на дистанцию Васей, оказалось в 3 раза больше Петиного. С какой скоростью движется эскалатор, если друзья на последних соревнованиях показали одинаковый результат, пробежав такую же дистанцию со скоростью 2,1 м/с?

## Бег по кругу

**Задача 4.14.** Бегун Вася пробежал один круг по стадиону за  $\frac{1}{3}$  ч, а бегун Петя – за  $\frac{1}{4}$  ч. Бегуны стартуют одновременно. Через какое время Петя обгонит Васю на один круг?

**Решение.**

*Автор:* Введём такую единицу измерения скорости: «круг в час» (круг/ч). Если измерять скорость в таких единицах, каковы скорости наших бегунов?



*Читатель:* У Васи  $v_{\text{в}} = \frac{1 \text{ круг}}{1/3 \text{ ч}} = 3 \text{ круг/ч}$ , у Пети

$$v_{\text{п}} = \frac{1 \text{ круг}}{1/4 \text{ ч}} = 4 \text{ круг/ч}.$$

*Автор:* Верно. А теперь у нас получается движение вдогонку. Вася опережает Петю на расстояние  $L = 1$  круг, скорость Пети  $v_{\text{п}} = 4$  круг/ч, скорость Васи  $v_{\text{в}} = 3$  круг/ч. Спрашивается: через какое время Петя обгонит Васю на 1 круг?

*Читатель:*  $t = \frac{L}{v_{\text{п}} - v_{\text{в}}} = \frac{1 \text{ круг}}{4 \text{ круг/ч} - 3 \text{ круг/ч}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ ч}.$

*Ответ:* через 1 ч.

---

**СТОП! Решите самостоятельно!**

**В19.** Вокруг планеты движутся два спутника. Один спутник совершает полный оборот за 0,6 сут, а второй – за 0,8 сут. В начальный момент планета и оба спутника находятся на одной прямой. Через какое время более быстрый спутник обгонит более медленный на 1 оборот?

**В20<sub>ш.</sub>** Венера совершает полный оборот вокруг Солнца за 0,615 земных лет. Через какой промежуток времени Венера оказывается на одной прямой с Землёй и Солнцем между Землёй и Солнцем? Ответ выразите в годах и округлите до десятых.

**В21<sub>ш.</sub>** Спутник Марса Фобос совершает полный оборот вокруг Марса за 7,65 ч, а время полного оборота Марса вокруг своей оси равно 24,62 ч. Вращение Фобоса вокруг Марса и Марса вокруг своей оси осуществляется в одном направлении. Через какой промежуток времени для находящегося на экваторе Марса космонавта повторялся бы восход Фобоса? Ответ представьте в часах и округлите до целых.

---



## Домашнее задание

### Задачи лёгкие

**Б16.** Определите среднюю скорость полета третьего советского искусственного спутника Земли, который находился в полете  $t = 691$  сут и пролетел за это время расстояние  $s = 448 \cdot 10^6$  км. Выразите эту скорость в км/ч.

**Б17.** Бамбук растет со скоростью около  $v = 0,0010$  см/с. Насколько он вырастает за время  $t = 1,0$  сут?

**Б18.** Скорость муравья  $v = 200$  см/мин. Какое расстояние проползёт муравей за время  $t = 1,00$  ч?

**Б19.** Электровозу, движущемуся со скоростью  $v = 150$  км/ч, понадобится  $t = 12$  сут, чтобы проехать путь, равный пути первого искусственного спутника за один оборот вокруг Земли. Определите длину этого пути.

### Задачи средней трудности

**В22.** Магеллан совершил кругосветное путешествие за время  $t = 824$  сут. Считая, что длина пути его кораблей равна длине экватора, найдите среднюю скорость путешественников. Радиус Земли  $R = 6400$  км. Длина окружности  $2\pi R$ , где  $\pi = 3,14$ .

**В23.** Первый космонавт Земли Ю.А. Гагарин на космическом корабле «Восток» облетел Землю за время  $t = 108$  мин. Пренебрегая высотой орби-

ты корабля по сравнению с радиусом Земли, найдите среднюю скорость корабля на орбите. Орбиту считайте круговой. Радиус Земли  $R = 6400$  км.

**В24.** Мотоциклист за первые  $t_1 = 10$  мин движения проехал путь, равный  $s_1 = 5,0$  км, а за следующие  $t_2 = 8,0$  мин –  $s_2 = 9,6$  км. Какова средняя скорость его движения на каждом из участков? Какова средняя скорость мотоциклиста на всём пути?

**В25.** Мотоциклист за первые  $t_1 = 2$  ч проехал путь  $s_1 = 90$  км, а следующие  $t_2 = 3$  ч двигался со скоростью  $v_2 = 50$  км/ч. Какова средняя скорость мотоциклиста на всём пути?

**В26<sub>ш.</sub>** Расстояние  $s = 40$  км от города до деревни автобус проезжает за время  $t = 1$  ч, делая несколько остановок. Средняя скорость движения автобуса между остановками равна  $v = 60$  км/ч. Какую часть общего времени поездки автобус стоит на остановках?

**В27<sub>ш.</sub>** Моторная лодка развивает скорость  $10$  км/ч. Из пункта А в пункт Б можно добраться по озеру и по реке, оба пути одинаковой длины  $120$  км. Лодочник должен проехать туда и обратно либо по реке, либо по озеру. Какой способ быстрее, если скорость течения  $2$  км/ч?

**В28<sub>ш.</sub>** Первые сравнительно точные измерения скорости звука в воде были проведены в 1827 г. швейцарскими физиками Ж.-Д. Колладоном и Ш.-Ф. Штурмом на Женевском озере. Штурм, находившийся в лодке, проводил удары по опущенному в воду колоколу, одновременно с этим производя вспышку пороха. Колладон, находясь на значительном расстоянии от Штурма, измерял время между появлением вспышки и ударом колокола, который он слышал через опущенную в воду слуховую трубу. На каком расстоянии друг от друга находились исследователи, если интервал времени между наблюдением Колладоном вспышки и звука колокола составлял  $8,5$  с? Скорость распространения света в воздухе  $300000$  км/с, скорость распространения звука в воде  $1400$  м/с.

**В29<sub>ш.</sub>** Деревня находится на расстоянии  $L = 70$  км от города. Населенные пункты соединяет прямолинейный участок шоссе. Одновременно из

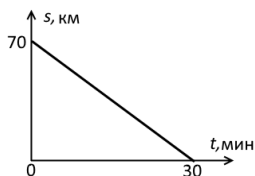


Рис. 4.14

города и деревни навстречу начинают движение легковой автомобиль и автобус. Скорость автомобиля равна  $v = 90$  км/ч. На рис. 4.14 представлен график, на котором показано, как изменялось расстояние между ними с момента выезда до момента встречи. Найдите скорость автобуса. Какое время потребовалось автобусу на путь от места встречи до города? Считать, что автобус и авто-

мобиль движутся с постоянными скоростями во время всего движения.

**В30<sub>ш.</sub>** Открытый в 2005 г. спутник Плутона Гидра движется вокруг Плутона по орбите длиной  $408000$  км, совершая полный оборот за  $38,2$

суток. С какой скоростью движется Гидра вокруг Плутона? Ответ выразите в км/с и округлите до сотых.

### Задачи трудные

**Г13<sub>ш</sub>.** Беговая дорожка на стадионе представляет собой прямоугольник со сторонами 100 м и 50 м. Внутри прямоугольника на земле лежат часы. Школьницы Алиса и Василиса бегают по дорожке. Алиса движется так, что секундная стрелка часов всё время указывает на Алису. Василиса бежит с постоянной по величине скоростью. Дистанцию в один круг девочки проходят за одно и то же время. С какой скоростью бежит Василиса? Ответ выразите в м/с и округлите до десятых.

**Г14<sub>ш</sub>.** Автомобиль движется по дороге к мосту со скоростью 72 км/ч. В начальный момент расстояние от автомобиля до начала моста равно 200 м. На каком расстоянии от середины моста будет находиться автомобиль через 1 мин, если длина моста 400 м?

**Г15<sub>ш</sub>.** Школьницы Алиса и Василиса участвуют в забеге. Первый круг дистанции из трёх кругов Алиса пробежала со скоростью 12 км/ч, второй круг со скоростью 10 км/ч. Устав после второго круга, Алиса прошла третий круг пешком со скоростью 6 км/ч. Василиса всю дистанцию двигалась с постоянной скоростью и пришла к финишу вместе с Алисой. Найдите скорость Василисы. Ответ выразите в км/ч и округлите до десятых.

**Г16<sub>ш</sub>.** Первый путешественник прошёл половину пути со скоростью 5 км/ч, а вторую половину пути проехал на автомобиле со скоростью 45 км/ч. Второй путешественник половину времени прошёл пешком с той же скоростью, что и первый, а вторую половину времени ехал на велосипеде. С какой скоростью он должен был ехать, чтобы тот же путь 90 км преодолеть за то же время, что и первый? Ответ выразите в км/ч и округлите до целых.

**Г17<sub>ш</sub>.** Если Петя бежит навстречу Васе, то расстояние между ними уменьшается на 20 м за каждые 4 с, а если Петя убегает от Васи, то расстояние между ними увеличивается на 6 м за каждые 2 с. Во сколько раз скорость Пети больше скорости Васи?

**Г18<sub>ш</sub>.** Из деревни Алексеевка в село Борисово выехал грузовой автомобиль. Через полчаса вслед за ним из Алексеевки выехал легковой автомобиль, также направляющийся в село Борисово. Автомобили следовали по одному и тому же маршруту, грузовой автомобиль двигался с постоянной скоростью 60 км/ч, а легковой автомобиль с постоянной скоростью 80 км/ч. Легковой автомобиль обогнал грузовой на полпути между Алексеевкой и Борисовым. Найдите расстояние между населёнными пунктами и времени движения каждого из автомобилей.

**Г19<sub>ш</sub>**. Световой луч проходит в прозрачной среде за одну наносекунду (это миллиардная доля секунды) расстояние, на 10 см меньшее, чем в вакууме. Во сколько раз скорость света в среде меньше, чем в вакууме? Скорость света в вакууме равна 300000 км/с.

### **Задачи очень трудные**

**Д2<sub>ш</sub>**. Два пассажира, имея секундомеры, решили определить скорость поезда: один по стуку колёс на стыках рельсов (известно, что длина рельса 10 м), а другой — по числу телеграфных столбов, мелькавших в окне, зная, что расстояние между столбами равно 50 м. Первый пассажир при первом стуке колёс пустил в ход секундомер и на 156 стуке его остановил. Оказалось, что прошло три минуты. Второй пассажир пустил в ход свой секундомер при появлении в окне первого столба и остановил секундомер при появлении 32 столба. Его наблюдения тоже длились три минуты. Первый пассажир рассчитал, что скорость поезда 31,2 км/ч, второй – 32 км/ч. Кто ошибся из них и почему? Какова истинная скорость поезда?

**Д3<sub>ш</sub>**. Бегун, стартовавший на дистанции 5 км, первый километр пробежал за время  $t_1 = 200$  с. Каждый следующий километр он пробежал на  $t$  с дольше. Определите время  $t$ , если известно, что средняя скорость бегуна оказалась такой, как если бы он каждый километр пробежал за  $t_2 = 202$  с.

**Д4<sub>ш</sub>**. Помогая Ивану-царевичу найти смерть Коцея Бессмертного, медведь, двигаясь равномерно, забрался на вершину дуба высотой 90 м, чтобы скинуть сундук. Из разбитого сундука выпрыгнул заяц, за которым погнался Иван. Затем вылетевшую со скоростью 126 км/ч из зайца утку догонял Иванов селезень, двигаясь с постоянной скоростью и изначально находившийся в 120 м от утки. Погоня селезня длилась 24 с. Определите время влезания медведя на дуб (в секундах), если известно, что его скорость составляет 1,5 % от скорости селезня.

**Д5<sub>ш</sub>**. Первую треть пути муравей прополз со скоростью 20 см/с, потом одну секунду простоял неподвижно, затем двигался со скоростью 30 см/с. Средняя скорость движения за все время пути оказалась равна 20 см/с. Найдите время путешествия муравья.

**Д6<sub>ш</sub>**. Алиса и Василиса вместе в 12.00 вышли из города на дорогу. Сев на велосипед, Алиса в 13.00 доехала до деревни и сразу повернула обратно. Василиса, шедшая по этой же дороге пешком со скоростью 6 км/ч, встретила возвращающуюся Алису в 13.36. Найдите скорость Алисы при перемещении на велосипеде, считая эту скорость постоянной. Ответ выразите в км/ч.

**Д7<sub>ш</sub>**. Три гоночных автомобиля участвуют в заезде по замкнутой гоночной трассе длиной 1 км. Красный автомобиль 10 минут двигался со скоростью 144 км/ч, а оставшееся время – со скоростью 180 км/ч. Зелёный

автомобиль проехал 25 км со скоростью 144 км/ч, а оставшееся расстояние двигался со скоростью 180 км/ч. Синий автомобиль проезжает нечётные круги со скоростью 144 км/ч, а чётные – со скоростью 180 км/ч. Автомобили стартуют с одного места. Заезд длится 20 минут, автомобиль, проехавший наибольшее расстояние, объявляется первым, следующий за ним – вторым, и так далее. Автомобили движутся в одном направлении. Какое расстояние прошёл каждый из автомобилей? Какой автомобиль прошёл наименьшее расстояние?

---

### Подсказки

**A1–A6.**  $v = \frac{s}{t}$ .

**A7–A13.**  $s = vt$ .

**A14–A17.**  $t = \frac{s}{v}$ .

**B1–B2.**  $v = \frac{s}{t}$ .

**B3.**  $v = \frac{s}{t}$ ,  $s_1 = s_2$ ,  $t_1 = t_2$ .

**B4.**  $v = \frac{s}{t}$ ,  $t_1 = t_2$ ,  $AB < BC < CD$ .

**B5–B6.**  $v = \frac{s}{t}$ .

**B7.**  $s = vt$ .

**B8.**  $t = (t_k - t_n)$ ,  $s = vt$ .

**B9.**  $s = vt$ , 1 сут = (24·3600) с.

**B10–B13.**  $t = \frac{s}{v}$ .

**B14.**  $v_{\text{ж}} = \frac{s_1}{t_1}$ ;  $v_{\text{на всем пути}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$ .

**B15.**  $v_{\text{сп}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$ .

**B16.**  $v = \frac{s}{t}$ .

**B17–B19.**  $s = vt$ .

**B1.** Важно только, что  $s = (24899 \cdot 1,6)$  км и  $v = 6,38128$  м/с.

**B2.**  $108 \text{ а.е.} = 108 \cdot 150\,000\,000 \text{ км,}$

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

**B3.** Из графика видно, что путь группы состоял из четырёх участков, движение на каждом из которых было равномерным. Тогда время прохождения каждого участка можно найти, разделив его протяжённость на скорость движения.

**B4.**  $v_{\text{сп}} = \frac{100}{3,6 + 5 + 2,2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

**B5.**  $v_{\text{сп}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}$ .

**B6.**  $v_{\text{сп}} = \frac{380000}{25 + 50}$ .

**B7.**  $v_{\text{сп}} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2}$ .

**B8.**  $v_1 = \frac{2,5 \text{ м}}{1 \text{ с}}$ ,  $v_6 = \frac{10 \text{ м}}{1 \text{ с}}$ .

**B9.** Путь автомобиля за 5 мин равен  $60 \text{ с} \cdot u$ , где  $u$  – скорость автомобиля; путь пешехода за 5 мин равен  $2,0 \text{ м/с} \cdot 300 \text{ с} = 600 \text{ м}$ .

**B10.**  $l = 150 \text{ м}$ ,  $v_1 = 15 \text{ м/с}$ ,  $v_2 = 10 \text{ м/с}$ .

**B11.** За 2 с Вася убежал на  $5 \text{ м/с} \times 2 \text{ с} = 10 \text{ м}$ . После старта Пети



скорость сближения школьников составила  $7,5 - 5 = 2,5$  м/с.

- В12.** Через  $t = 5$  с после начала движения гном пробежит  $s_{гр} = v_{гр}t = 5 \cdot 5 = 25$  м.
- В13.** Скорость Клары относительно Карла равна  $v_{отн} = 5 - 4 = 1$  м/с. Следовательно, Клара обгонит Карла на 10 м через  $t = \frac{30 \text{ м} + 10 \text{ м}}{1 \text{ м/с}} = 40$  с.
- В14.** За 10 мин = 600 с Усейн пробежал  $6 \text{ м/с} \cdot 600 \text{ с} = 3600$  м, а Степан –  $4 \text{ м/с} \cdot 600 \text{ с} = 2400$  м.
- В15.**  $t_{\text{одного колеб.}} = \frac{1}{20\,000\,000}$  с.
- В16.** Время между двумя последовательными стуками колеса о стык равно  $\frac{1}{n} = \frac{1}{5}$  с. За это время путешественник проходит расстояние, равное размеру тротуарной плитки.
- В17.**  $t_1 = \frac{2 \cdot 18}{3}$ ,  $t_2 = \frac{18}{3 + 0,6} + \frac{18}{3 - 0,6}$ .
- В18.**  $\frac{v+u}{v-u} = ?$
- В19.**  $T = \frac{1}{\frac{1}{0,6} - \frac{1}{0,8}}$ .
- В20.**  $T = \frac{1}{\frac{1}{0,615} - \frac{1}{1}}$ .
- В21.**  $T = \frac{1}{\frac{1}{7,65} - \frac{1}{24,62}}$ .

**В22–В23.**  $v = \frac{2\pi R}{t}$ .

**В24.**  $v_{\text{сп}} = \frac{5 + 9,6}{(10 + 8) : 60}$ .

**В25.**  $v_{\text{сп}} = \frac{s_1 + v_2 t_2}{2 + 3}$ .

**В26.**  $40 \text{ км} = 60 \text{ км/ч} \cdot t_{\text{дв.}}$ .

**В27.** По реке  $t = \frac{L}{v+u} + \frac{L}{v-u}$ .

**В28.** Поскольку скорость света значительно превышает скорость звука, временем, которое требуется свету от вспышки, чтобы достичь наблюдателя, можно пренебречь.

**В29.** Из графика следует, что скорость сближения автомобиля и автобуса 140 км/ч.

**В30.**  $v = \frac{l}{t}$ .

**Г1.**  $t = \frac{s}{v}$ ,  $v = (7 \cdot 1,6) \text{ км/с}$ ,  $s = 40000 \text{ км}$ .

**Г2.** Необходимо сравнить два маршрута движения по и против часовой стрелки.

**Г3.** Через 3 часа гусеница окажется на высоте 3 м, т.е. в 2 м от вершины мачты. Скорость движения гусеницы 3 м/с.

**Г4.** Пусть  $s$  – расстояние, на котором шёл снегопад,  $\frac{s}{5}$  – время, за которое Емеля прошёл бы это расстояние при хорошей погоде,  $\frac{s}{3}$  – время, за которое Емеля прошёл бы это расстояние при снегопаде. Разность этих времён – время, на которое опоздал Емеля.

Г5. Обозначим искомую величину через  $x$ . Время, затраченное:

1) Винни-Пухом на путь до домика Пятачка  $t_1 = \frac{L}{v_1}$ ;

2) Кроликом до дома Совы  $t_2 = \frac{L}{v_2}$ ;

3) Винни-Пухом и Пятачком до «прудика грусти»

$t_3 = \frac{L-x}{v_3}$ ; 4) Кроликом и Совой

до встречи с Иа  $t_4 = \frac{x}{v_4}$ .

Г6. Изобразите траекторию движения на клетчатой бумаге, считая, что путь, пройденный за 10 мин = 1 см.

$$\text{Г7. } v_{\text{ср}}^{0-5} = \frac{60 + v^{3-5} \cdot 2 \text{ ч}}{5} = 28 \text{ км/ч.}$$

$$\text{Г8. } t_{\text{общ}} = \frac{5}{8} + \frac{15}{6} + 10,$$

$$s_{\text{общ}} = 5 + 15 + 20.$$

$$\text{Г9. } v_1 = \frac{1 \text{ км}}{1 \text{ ч } 10 \text{ мин}} = \frac{1 \text{ км}}{70 \text{ мин}} = \frac{1}{70} \text{ км/мин;}$$

$$v_2 = \frac{1 \text{ км}}{50 \text{ мин}} = \frac{1}{50} \text{ км/мин.}$$

Г10. Петин поезд проезжает 1 км за (47,7 - 9,2) с. Значит, его скорость равна  $\frac{1000}{38,5}$  м/с. Мимо не-

подвижного объекта десять вагонов Петинского поезда проехали за 9,2 с, значит, длина одного вагона равна ...

$$\text{Г11. } \frac{500}{1\,000\,000\,000} \text{ м} = 300\,000\,000 \text{ м/с} \cdot t.$$

$$\text{Г12. } 3 \cdot \frac{l}{v+u} = \frac{l}{v-u}.$$

Г13. Алиса пробегает дистанцию  $2 \cdot (100 + 50)$  м за 60 с, её средняя скорость равна средней скорости Василисы.

Г14.  $s = d - l - (L/2)$ , где  $d = v \cdot t$ .

$$\text{Г15. } v_{\text{ср}} = \frac{3l}{t_1 + t_2 + t_3}.$$

$$\text{Г16. } v_{\text{ср1}} = \frac{90 \text{ км}}{\frac{45 \text{ км}}{5 \text{ км/ч}} + \frac{45 \text{ км}}{45 \text{ км/ч}}} = \frac{90 \text{ км}}{(9+1) \text{ ч}} = 9 \text{ км/ч;}$$

$$v_{\text{ср2}} = v_{\text{ср1}} = 9 = \frac{5 \cdot 5 + 5 \cdot u_2}{10}.$$

Г17. Пусть  $v_1$  – скорость Пети,  $v_2$  – скорость Васи. Тогда скорость сближения равна  $v_1 + v_2 = \frac{20 \text{ м}}{4 \text{ с}}$

$= 5 \text{ м/с}$ . Скорость удаления равна

$$v_1 - v_2 = \frac{6 \text{ м}}{2 \text{ с}} = 3 \text{ м/с.}$$

Г18.  $s = 60 \text{ км/ч} \cdot \frac{1}{2} \text{ ч} = 30 \text{ км}$ ;  $v_{\text{сб}} = 80 - 60 = 20 \text{ км/ч}$ ;

$$t_{\text{вст}} = \frac{s}{v_{\text{сб}}} = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ ч.}$$

Г19.  $(c - v) \cdot \Delta t = \Delta l$ .

Д1. Пусть Карлсон съедает одну конфету за время  $t$ , скорость полета – полета  $v_{\text{пол}}$ , скорость пешком –  $v_{\text{пеш}}$ , весь путь –  $s$ . Получаем уравнения для времени дви-

жения в рассматриваемых ситуациях:

$$30t = \frac{s}{v_{\text{пол}}}, \quad 42t = \frac{s/3}{v_{\text{пол}}} + \frac{2s/3}{v_{\text{пеш}}}$$

Д2.  $v_1 = \frac{156 \cdot 10}{3/60}, \quad v_{\text{наст}} = \frac{155 \cdot 10}{3/60}$

Д3.  $v_{\text{ср}} = \frac{5000}{5 \cdot 202} \text{ м/с} = 5000 : [200 + (200 + t) + (200 + 2t) + (200 + 3t) + (200 + 4t)]$

Д4.  $120 \text{ м} = (v_{\text{сел}} - v_{\text{вт}}) \cdot 24$

Д5.  $v_{\text{ср}} = \frac{s}{\frac{s}{3 \cdot 20} + 1 + \frac{2s}{3 \cdot 30}} = 20 \text{ см/с}$

Д6.  $u = \frac{2u \cdot 1 - 6 \cdot 1,6}{1,6}$ , см. рис. 4.15.

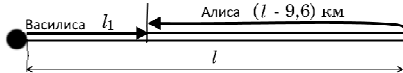


Рис. 4.15

Д7. Синий: время нечётного круга

$$\frac{1 \text{ км}}{144 \text{ км/ч}} = \frac{1}{144} \text{ ч}, \quad \frac{1}{144} \cdot 3600 \text{ с} =$$

$= 25 \text{ с}$ ; время чётного круга:

$$\frac{1 \text{ км}}{180 \text{ км/ч}} = \frac{1}{180} \text{ ч} = 20 \text{ с}$$

Время прохождения двух последовательных кругов  $25 + 20 = 45 \text{ с}$ .

### Ответы

**A1.** 10 км/с.

**A2.** 20 м/с.

**A3.**  $6 \frac{2}{3}$  км/ч.

**A4.**  $16 \frac{2}{3}$  м/с.

**A5.** 10882 км/ч.

**A6.** 18,2 км/ч.

**A7.** 720 км.

**A8.** 4 км.

**A9.** 140 м.

**A10.** 93 600 м.

**A11.** 108 000 км.

**A12.** 6 км.

**A13.** 14 км.

**A14.** 0,5 ч.

**A15.** 25 с.

**A16.** 200 с.

**A17.** 0,02 с.

**Б1.**  $v_1 > v_2$ .

**Б2.** На участке *AB* скорость наименьшая, на участке *CD* – наибольшая.

**Б3.**  $V_{\text{аб}} = v_{\text{вг}}$ .

**Б4.** На участке *BC* скорость наименьшая, на участке *CD* – наибольшая.

**Б5.** 18 км/ч.

**Б6.** 1,1 м/с; 2,2 м/с; 11,1 м/с; 167 м/с; 500 м/с.

**Б7.** 6,7 км.

**Б8.** 2980 км.

**Б9.** 2 643 840 км.

**Б10.** 6225 с = 1 ч 43 мин 45 с.

**Б11.**  $\approx 95$  лет.

**Б12.** 18 с.

**Б13.** 1 ч 29 мин 6 с.

**Б14.** 1 м/с, 0,5 м/с, 0,6 м/с.

**Б15.** 4,2 м/с.

**Б16.** 27 014 км/ч.

**Б17.** 86,4 см.

**Б18.** 12 м.

**Б19.** 43 200 км.

**В1.** 6243010 с = 72 сут 6 ч 10 мин 10 с.

**В2.** 15 ч.

**В3.** 3 ч 5 мин.

**В4.** 8,33 м/с; 10 м/с; 9,09 м/с; средняя скорость 9,26 м/с.

- В5.** 14,6 км/ч.  
**В6.** 7600 км/ч, 3800 км/ч, 5067 км/ч.  
**В7.** 48 км/ч.  
**В8.** 2,5 м/с; 10м/с; 4,17 м/с.  
**В9.** 10 м/с.  
**В10.** 6 с.  
**В11.** Петя догнал Васю спустя 4 с после своего старта.  
**В12.** Погоня продлится 10 с.  
**В13.** 200 м.  
**В14.** Длина круга 1200 м.  
**В15.** 15 м.  
**В16.** 25 см.  
**В17.** Победит Антон.  
**В18.** В 2 раза.  
**В19.** 2,4 сут.  
**В20.** 1,6 года.  
**В21.** 11 ч.  
**В22.** 2,03 км/ч.  
**В23.** 22 328 км/ч.  
**В24.** 30 км/ч, 72 км/ч, 48,7 км/ч.  
**В25.** 48 км/ч.  
**В26.** 1/3.  
**В27.** Быстрее по озеру (24 ч), по реке 25 ч.  
**В28.** 12 км.  
**В29.** 50 км/ч, 54 мин.  
**В30.** 0,12 км/с.  
**Г1.** Да.  
**Г2.** Оптимальный маршрут *ADCBA* с временем движения по нему  $t \approx 3$  ч 54 мин.  
**Г3.** 3 ч 40 мин.  
**Г4.** 37,5 мин.  
**Г5.** 275 м.  
**Г6.** 30 мин.  
**Г7.** 40 км/ч.  
**Г8.** 2,34 км/ч.  
**Г9.** 95 мин.  
**Г10.** 26 м/с, 24 м.  
**Г11.** 180 км/с.  
**Г12.** 1,05 м/с.  
**Г13.** 5 м/с.  
**Г14.** 800 м/с.  
**Г15.** 8,6 км/ч.  
**Г16.** 13 км/ч.  
**Г17.** В 4 раза.  
**Г18.** Расстояние между населёнными пунктами 240 км, время движения грузового автомобиля 4 ч, легкового – 3 ч.  
**Г19.** В 1,5 раза.  
**Д1.** В 1,6 раза.  
**Д2.** Ошиблись оба,  $v = 31$  км/ч.  
**Д3.**  $t = 1$  с.  
**Д4.** 2 мин 30 с.  
**Д5.** 4,5 с.  
**Д6.** 24 км/ч.  
**Д7.** Красный автомобиль прошел 54 км, зеленый 53,75 км, синий 53,25 км (наименьшее расстояние).

