

Сложение скоростей

Данный листок посвящён задачам о движении двух (или более) тел. При этом удобно рассматривать движение одного тела относительно другого.

Так, если два тела двигаются вдоль одной прямой со скоростями v_1 и v_2 , то скорость второго тела относительно первого («скорость сближения» или «скорость удаления») равна:

$v_1 + v_2$ при движении тел в разных направлениях;

$|v_2 - v_1|$ при движении тел в одном направлении.

ЗАДАЧА 1. (Всеросс., 2015, ШЭ, 7–9) 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 секунды думал, что же случилось, а потом пустился в погоню со скоростью 7,5 м/с. Через сколько секунд после своего старта Петя догнал Васю?

Через 4 с

ЗАДАЧА 2. (Всеросс., 2018, ШЭ, 7) 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?

В 4 раза

ЗАДАЧА 3. (Всеросс., 2019, ШЭ, 7) Автомобиль едет по прямой дороге со скоростью 72 км/ч, а художавый спортсмен совершает вдоль этой дороги пробежку в том же направлении со скоростью 3 м/с. За какое время автомобиль догонит и обгонит спортсмена, если первоначальное расстояние между передними фарами автомобиля и бегуном составляет 31 м (вдоль направления движения), а длина автомобиля равна 3 м?

2 с

ЗАДАЧА 4. (МОШ, 2018, 7) 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?

200 м

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 2017, МЭ, 7) На полный обгон теплоходом каравана барж потребовалось $t_1 = 2$ минуты, а катер обгонял теплоход $t_2 = 1$ мин. Какое время t_3 потребуется катеру на обгон каравана барж? Известно, что катер совсем маленький, а длина каравана в три раза больше длины теплохода. Все суда идут равномерно.

ниги 1 = $\frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2} = t_3$

ЗАДАЧА 6. («Максвелл», 2017, РЭ, 7) Вдоль длинной дороги с постоянной скоростью на равных расстояниях друг от друга колонной ползут черепахи. Мимо стоящего Ахиллеса в минуту проползает $n_1 = 5$ черепах. Если Ахиллес побежит трусцой в сторону движения колонны, то он будет обгонять в минуту $n_2 = 45$ черепах, а если он поедет на велосипеде навстречу колонне, то в минуту ему будет встречаться $n_3 = 105$ черепах. Какое расстояние L успеет проползти черепаха за то время, за которое Ахиллес трусцой пробежит $S = 100$ м? Во сколько раз скорость Ахиллеса на велосипеде больше, чем при беге?

$$\tau = \frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2} = \gamma \cdot \tau_0 = \frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2} S = T$$

ЗАДАЧА 7. (Турнир Архимеда, 2014) Ротная колонна движется по направлению к штабу со скоростью 6 км/час. В 9:00 командир роты отправил почтового голубя с донесением в штаб. Голубь доставил донесение, сразу полетел обратно и вернулся в колонну. В какое время голубь долетел до штаба, если его скорость равна 10 км/час, а вернулся он в 9:45?

98:6

ЗАДАЧА 8. (МОШ, 2017, 7) Экспериментатор Глюк приобрёл прибор, измеряющий скорость ветра. Однажды, прогуливаясь с ним по открытой железнодорожной платформе, движущейся равномерно со скоростью $v = 60$ км/ч, Глюк обнаружил, что когда он идёт по ходу поезда, прибор показывает скорость ветра, дующего в лицо, равной $v_1 = 50$ км/ч, а когда он идёт обратно, скорость ветра, дующего в спину, становится равной $v_2 = 40$ км/ч. Определите, за какое время экспериментатор проходит всю платформу в одну сторону, если её длина $L = 25$ м. С какой скоростью и в какую сторону дует ветер с точки зрения стоящего на станции дежурного, мимо которого проезжает поезд экспериментатора? Скорость ветра всё время постоянна и направлена вдоль железнодорожных путей.

$$(v_1 + v) / (v_1 - v) = \gamma \cdot \tau_0 = \frac{v_1 + v}{v_1 - v} L = T$$

ЗАДАЧА 9. (Олимпиада Физтех-лицея, 2015, 7–8) Пролетев $4/9$ расстояния между одуванчиком и ромашкой, пчела заметила догоняющего её шмеля. Если она полетит обратно, то они встретятся у одуванчика, а если продолжит лететь вперёд, то шмель догонит её у ромашки. Во сколько раз скорость шмеля больше скорости пчелы? Если ответ не целый, то округлить до целых.

6

ЗАДАЧА 10. («Курчатов», 2017, 7) Два авианосца движутся навстречу друг другу с постоянными скоростями. Скорость первого авианосца 15 км/ч, скорость второго — 25 км/ч. В момент, когда расстояние между кораблями равно 100 км, с первого авианосца взлетает вертолёт и движется по прямой ко второму авианосцу со скоростью 175 км/ч. Долетев до второго авианосца, вертолёт совершает посадку, и, спустя некоторое время, возвращается на первый авианосец, вновь двигаясь со скоростью 175 км/ч. От момента, когда вертолёт долетел до второго авианосца, до момента, когда вертолёт покинул этот авианосец, прошло ровно 25 минут. Сколько времени вертолёт отсутствовал на первом авианосце? Найдите путь, пройденный вертолётom.

$$v_1 + v_2 = \gamma \cdot \tau_0 = \frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2} S = T$$

Задача 11. (МОШ, 2015, 7) Школьницы Алиса и Василиса участвуют в лыжных гонках. Сразу после старта лыжницам пришлось подниматься в горку. Алиса, скорость которой на подъёме составляла 8 км/ч, отстала от Василисы, поднимавшейся со скоростью 12 км/ч. Спустя километр подъём закончился, и Алиса со скоростью 20 км/ч устремилась в погоню за Василисой, двигавшейся со скоростью 15 км/ч. Какое расстояние надо будет пройти Алисе по горизонтальной лыжной трассе, чтобы догнать Василису?

км, 2

Задача 12. (МОШ, 2012, 7) Школьник Вася, стоя на эскалаторе, поднялся наверх за 1 мин. Его друг Петя, идя по эскалатору вверх, поднялся за 40 с. Сколько времени понадобится Пете, чтобы по тому же эскалатору спуститься вниз (против движения эскалатора), если он будет бежать со скоростью в три раза быстрее, чем идёт?

с 201

Задача 13. (МОШ, 2017, 7) В аэропорту Шереметьево в длинном переходе между двумя терминалами есть два параллельных друг другу траволатора — горизонтально расположенных эскалатора, имеющих одинаковые длины. Школьник Вася, отправляющийся на Международную физическую олимпиаду, заметил, что первый траволатор движется, а второй — выключен, и, ожидая свой рейс, решил немного развлечься. Он начал бегать по траволаторам туда-сюда, каждый раз возвращаясь в исходную точку. В первый раз Вася пробежал туда по движущемуся траволатору, а назад — по неподвижному. Во второй раз он пробежал туда по неподвижному траволатору, а назад — по движущемуся. Разность времён движения Васи в этих первом и втором забегах составила $\Delta t_1 = 25$ с. В третий раз Вася пробежал в обе стороны по движущемуся траволатору, а в четвёртый раз — в обе стороны по неподвижному. Разность времён движения Васи в третьем и в четвёртом забегах оказалась равной $\Delta t_1 = 5$ с. Вася развивает постоянную скорость относительно траволатора, скорость движения которого также постоянна и равна $u = 1$ м/с. Найдите скорость V Васи относительно траволатора и определите длину траволатора. Считайте, что на ускорение, торможение и на разворот Вася тратит пренебрежимо мало времени.

$$n \text{ } 00\text{E} = \left(1 - \frac{z_1 \nabla}{v_1 \nabla} \right) \frac{z}{v_1 \nabla n} = T \text{ } \text{c/m } \text{E} = \frac{z_1 \nabla}{v_1 \nabla} n = A$$

Задача 14. («Курчатов», 2015, 7) Ахиллес преследует черепаху. В момент начала движения черепаха находится на 1000 шагов впереди Ахиллеса, а затем ползёт от Ахиллеса по прямой с постоянной скоростью. Ахиллес пробегает первые 1000 шагов с постоянной скоростью 200 шагов в минуту и видит, что черепаха за это время уползла на 100 шагов. Поняв, что так дело не пойдёт, Ахиллес ускоряется и всё-таки настигает черепаху. Весь забег длится 5 минут 15 секунд. Чему равна средняя скорость Ахиллеса за всё время забега?

мин/шагов 210

Задача 15. (МОШ, 2014, 7–8, 11) Школьник Владислав идёт по движущемуся вверх эскалатору, поднимаясь за 20 с. Школьник Ярослав, стоя на этом же эскалаторе, поднимается за 60 с.

А) За какое время Владислав будет подниматься по эскалатору вверх, если эскалатор остановит?

В) За какое время Владислав будет подниматься по эскалатору вверх, если эскалатор запустят в обратном направлении с такой же по модулю скоростью, как и при движении вверх?

Ответы представьте в секундах и округлите до целых.

A) 30; B) 60

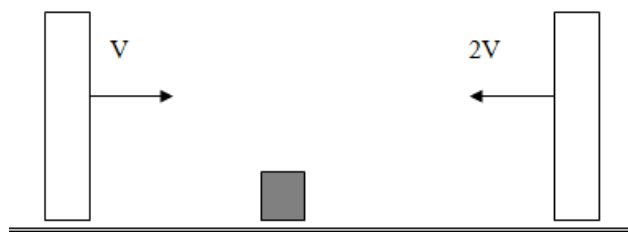
Задача 16. (МОШ, 2014, 7) Велосипедисты Владислав, Ярослав и Станислав едут по шоссе со скоростью 25 км/ч: Владислав и Ярослав вместе, Станислав — на расстоянии 300 м сзади. На шоссе имеется плохой участок дороги протяженностью 5 км. На нем Ярослав и Станислав сбавляют скорость до 15 км/ч, а Владислав едет с прежней скоростью.

А) Каким будет расстояние между Ярославом и Станиславом во время прохождения обоими велосипедистами плохого участка дороги? Ответ представьте в метрах и округлите до целых.

В) На сколько километров Владислав окажется впереди Ярослава после прохождения плохого участка дороги всеми велосипедистами? Ответ округлите до десятых.

A) 180; B) 3,3

Задача 17. («Физтех», 2014, 7–8) Две массивные стенки движутся навстречу со скоростями 1 м/с и 2 м/с. На гладком столе где-то между стенками изначально покоится маленький брусочек. Определите, какую максимальную скорость относительно земли может приобрести брусочек после 7 упругих ударов о стенки. Ответ дать в м/с. Округлить до целых.



22

Задача 18. (Всеросс., 2009, РЭ, 8) Экспериментатор Глюк наблюдал за встречным движением скорого поезда и электрички. Оказалось, что каждый из поездов прошёл мимо Глюка за одно и то же время $t_1 = 23$ с. А в это время друг Глюка, теоретик Баг, ехал в электричке и определил, что скорый поезд прошёл мимо него за $t_2 = 13$ с. Во сколько раз скорый поезд длиннее электрички?

B) 1,3 раза

ЗАДАЧА 19. (Всеросс., 2010, РЭ, 8) Мальчик стоит на эскалаторе, поднимающемся вверх со скоростью v . Ровно на половине пути он поравнялся со своей учительницей, стоящей на соседнем эскалаторе, движущемся вниз с той же скоростью. Как мальчику быстрее добраться до учительницы, если он может двигаться относительно эскалатора с постоянной скоростью $u > v$: побежать сперва вверх, сменить эскалатор и побежать вниз, или побежать сперва вниз, сменить эскалатор и побежать навстречу вверх? Считайте, что в обоих случаях учительница не достигает конца эскалатора к моменту встречи.

Время одинаково и равно L/u , где L — длина эскалатора

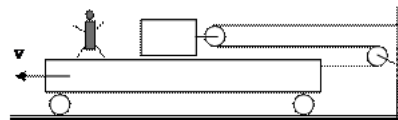
ЗАДАЧА 20. (МОШ, 2012, 8) Школьник Петя стоит около задней стены последнего вагона поезда, движущегося с постоянной скоростью, и видит через окна поезда столбы линии электропередач, расположенные вдоль железной дороги на равных расстояниях друг от друга. Когда Петя поравнялся с одним из столбов, он начал считать столбы (приняв этот столб за первый) и одновременно идти со скоростью $1,5$ м/с относительно поезда от хвоста к голове поезда. В момент, когда Петя поравнялся со столбом номер 17, пройденный им путь (относительно поезда) был равен 150 м. Петя тотчас развернулся и пошёл обратно с той же скоростью, и в момент возвращения в начало своего пути поравнялся с очередным столбом, номер которого по счёту Пети был равен 30. С какой скоростью едет поезд и чему равно расстояние между соседними столбами? Известно, что скорость поезда относительно земли больше скорости Пети относительно поезда.

$14,5$ м/с; 100 м

ЗАДАЧА 21. (МОШ, 2010, 8) Друзья Вася и Петя, живущие в деревнях Липовка и Дёмушкино, были в гостях у своего друга Саши, который живёт в деревне Малиновка, расположенной точно посередине между деревнями Липовка и Дёмушкино. Нагостившись у Саши, Вася и Петя одновременно вышли и отправились каждый в свою деревню, чтобы вернуться домой через $t_0 = 60$ мин. Спустя $t_0/6 = 10$ мин после выхода своих друзей Саша обнаружил, что каждый из них забыл у него дома свои вещи. Саша решил догнать каждого из них по очереди и отдать им вещи. С какой минимальной скоростью u должен бежать Саша, чтобы успеть догнать каждого из своих друзей до того, как они вернуться в свои деревни? Скорости Васи и Пети одинаковы и равны $v = 5$ км/ч.

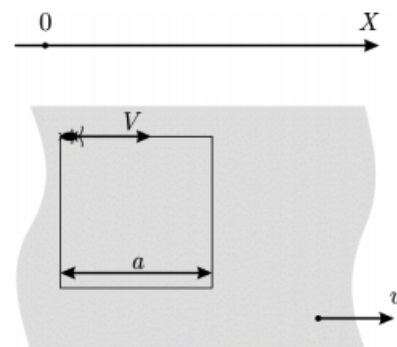
$u = 2v = 10$ км/ч

ЗАДАЧА 22. («Физтех», 2016, 7) Небольшой брусок через систему блоков связан с тележкой нерастяжимой нитью. Тележку приводят в движение с постоянной скоростью $v = 2$ см/с. Определите скорость бруска с точки зрения наблюдателя, находящегося на тележке. Ответ выразить в см/с, округлить до целых.



8

ЗАДАЧА 23. (МОШ, 2018, 7) Горизонтальная лента транспортера движется со скоростью $u = 1$ см/с относительно земли. Таракан может бегать по ленте со скоростью V относительно ленты по нарисованному на ленте квадрату с длиной стороны $a = 5$ см в направлении по часовой стрелке, если смотреть на ленту сверху. В начальный момент времени таракан находится в углу квадрата, в точке с координатой 0 по оси OX , неподвижной относительно земли.



1) Если $V = u$, то чему будет равна средняя скорость перемещения таракана относительно оси OX к моментам времени $t_1 = 3a/(2V)$, $t_2 = 5a/(2V)$ и $t_3 = 7a/(2V)$?

2) Для $V = 2,5u$ нарисуйте траекторию таракана в системе отсчёта, неподвижной относительно земли, для первых 20 с движения.

3) При какой скорости таракана траектория представляет собой ломаную линию, не пересекающую саму себя?

1) $5/3$ см/с, $6/5$ см/с и 1 см/с; 2) см. конспект; 3) при $V > u$

ЗАДАЧА 24. («Максвелл», 2014, 8) Экспериментатор Глюк и теоретик Баг по утрам гуляют в парке. Вместе с Глюком на прогулку вышел и его пёс Шарик. Баг, не торопясь, бежит трусцой по прямой дорожке навстречу Глюку со скоростью v_B , а Глюк идёт с Шариком навстречу Багу со скоростью v_G . Когда Глюк увидел Бага, расстояние между ними было равно L . Он тут же отпустил Шарика, и тот со всех ног со скоростью $v_0 = 3(v_G + v_B)$ бросился бежать к товарищу своего хозяина. Шарик, добежав до Бага, некоторое время идет рядом с ним, а затем бросается к своему хозяину. Добежав до него и пройдясь немного рядом с Глюком, он снова бежит к Багу, и так несколько раз. За время сближения приятелей Шарик провёл возле каждого из них одинаковое время. Общая длина пути, который успел пройти и пробежать пёс, равна $2L$. Сколько времени Шарик бегал со скоростью v_0 , если друзья встретились через 1 минуту 40 секунд? До самой встречи скорости приятелей не изменялись.

09

Ответ к задаче 23

