***Относительность движения.* *Закон сложения скоростей.***

Всякое движение относительно. Это означает, что одно и то же тело одновременно и движется, и покоится. Движется относительно одних тел и одновременно покоится относительно других. Мы все, земляне, можем покоиться относительно своего письменного стола и одновременно всегда движемся относительно Солнца.

В задачах на относительность движения часто приходится пользоваться правилом сложения скоростей. Правило сложения скоростей:

|  |
| --- |
|  **+** |

**скорость тела относительно неподвижной системы отсчета равна сумме скорости тела относительно подвижной системы отсчета и скорости самой подвижной системы относительно неподвижной, где**

 скорость тела относительно НСО
скорость тела относительно ПСО

 скорость ПСО относительно НСО

Это правило применимо только к классическим скоростям, т.е. скоростям, значительно меньшим скорости света в вакууме (т.е. к скоростям порядка 106 м/с и меньше).

1) Если система отсчета и тело в ней **движутся в одном направлении**, то

Например, если поезд движется со скоростью 16 м/с относительно вокзала, а пассажир по ходу поезда бежит со скоростью 2 м/с относительно полок вагона, то скорость пассажира относительно вокзала равна 18 м/с.

2) Если система отсчета и тело в ней **движутся в противоположных направлениях**, то

Например, если в предыдущем примере пассажир будет бежать навстречу ходу поезда, то скорость, с которой он будет удаляться от вокзала, будет равна 14 м/с.

3) Если в подвижной системе отсчета, движущейся со скоростью относительно неподвижной системы, тело станет двигаться со скоростью относительно подвижной системы **под углом к направлению ее движения**, то для определения модуля скорости тела относительно неподвижной системы придется применить теорему Пифагора или теорему косинусов — в зависимости от величины угла (рис. 10 а и б).

****

Рисунок 10



Например, если скорость течения *v0* =1 м/с, а лодка переплывает реку со скоростью *v1* = 2 м/с относительно воды **перпендикулярно берегу** (рис. 10), то скорость лодки относительно берега будет, согласно теореме Пифагора, равна



!!! Если в условии сказано, что лодка переплывает реку по **кратчайшему пути**, значит, ее скорость относительно берега направлена перпендикулярно берегу, а скорость лодки относительно водынаправлена под тупым углом к вектору скорости течения (рис. 11). В таком случае скорость лодки относительно берега можно определить по теореме Пифагора:

а время t, за которое лодка переплывет реку шириной Н, двигаясь с этой скоростью, можно найти как отношение этой ширины к скорости лодки относительно берега:

Если говорится о **минимальном времени**, за которое лодка переплывет реку, то теперь перпендикулярно берегу надо направить вектор скорости лодки относительно воды под прямым углом к течению, как на рис. 12. В этом случае минимальное время t будет равно отношению ширины реки к скорости лодки относительно течения:

Таким образом, если вам нужно переплыть реку как можно быстрее, значит, надо грести перпендикулярно течению.

4) Если **два тела сближаются или удаляются друг от друга**, т.е. движутся в противоположных направлениях со скоростями *v1* и *v2* относительно неподвижных объектов, то их скорость *v* относительно друг друга будет по модулю равна сумме их скоростей относительно неподвижных объектов:

5) Если **два тела обгоняют друг друга,** т.е. движутся в одном направлении со скоростями *v1* и *v2* относительно неподвижных объектов, то их скорость *v* относительно друг друга по модулю будет равна разности их скоростей относительно неподвижных объектов:

Например, если два поезда едут по параллельным рельсам навстречу друг другу со скоростями 36 км/ч и 74 км/ч относительно вокзала, то скорость их взаимного сближения, т.е. скорость первого поезда относительно второго по модулю равна скорости второго относительно первого и равна:

**36 км/ч + 74 км/ч = 110 км/ч.**

А если они движутся по параллельным рельсам в одном направлении, т.е., например, если второй поезд, скорость которого равна 72 км/ч, обгоняет первый, скорость которого 36 км/ч, то *скорость первого поезда относительно второго* равна скорости второго минус скорость первого:

**72 км/ч – 36 км/ч = 36 км/ч,**

а *скорость второго поезда относительно первого* равна скорости

первого поезда минус скорость второго:

**36 км/ч – 72 км/ч = –36 км/ч.**

6) Если два тела движутся со скоростями *v1* и *v2* относительно неподвижных объектов и векторы этих скоростей направлены под углом друг к другу, то, чтобы найти скорость второго тела относительно первого, надо найти векторную разность (рис. 13, а), а чтобы найти скорость первого тела относительно второго, надо найти векторную разность  (рис. 13, б).

Для нахождения модуля относительной скорости можно применить теорему косинусов:



Если = 900, то удобно применить теорему Пифагора:

Если сказано, что два поезда длиной *L*1 и *L*2 каждый движутся навстречу друг другу со скоростями *v*1 и *v*2 относительно неподвижных объектов (деревьев, домов), то время *t*, в течение которого они будут проезжать мимо друг друга, можно найти, разделив сумму их длин на их скорость относительно друг друга, которая при встречном движении поездов равна сумме их скоростей:

А если эти поезда обгоняют друг друга, двигаясь в одном направлении, то время обгона равно:

**Относительность движения. Закон сложения скоростей.**

**А1.** Два тела движутся равномерно во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями 3 м/с и 4 м/с. Их скорость относительно друг друга равна…

1) 2 м/с 2) 3,5 м/с 3) 5 м/с 4) 7 м/с

**А2.** Два автомобиля движутся по взаимно перпендикулярным дорогам. Скорость первого автомобиля относительно дороги *v*, а модуль скорости второго автомобиля относительно первого равен *v*. Чему равна скорость второго автомобиля относительно дороги?

1) 0,5*v* 2) 3*v* 3) *v* 4) 2*v*

**А3.** Два автомобиля движутся по прямым шоссе со скоростями 15 м/с и 20 м/с. Угол между шоссе составляет 600. Модуль относительной скорости автомобилей примерно равен…

1) 5 м/с 2) 18 м/с 3) 25 м/с 4) 35 м/с

**А4.** Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 36 км/ч и 54 км/ч. Длина первого поезда 40 м, длина второго 50 м. В течение какого времени поезда будут проезжать мимо друг друга?

1) 10,5 c 2) 2,4 с 3) 8,4 с 4) 3,6 с

**А5.** Поезд длиной 40 м движется со скоростью 54 км/ч. Его обгоняет поезд длиной 50 м, движущийся по параллельному пути со скоростью 72 км/ч. В течение какого времени второй поезд будет обгонять первый?

1) 9 с 2) 18 с 3) 24 с 4) 32 с

**А6.** Поезд длиной 60 м, движущийся со скоростью 36 км/ч, въехал на мост длиной 540 м. Он съедет с этого моста через

1) 6 с 2) 54 с 3) 1 мин 4) 4 мин

**А7.** Пловец должен переплыть реку по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Скорость течения относительно берега *v*0 = 0,8 м/с, а скорость пловца относительно воды *v*1 = 1,2 м/с. Модуль скорости пловца относительно берега

при этом примерно равен

1) 0,9 м/с 2) 1,6 м/с 3) 2 м/с 4) 2,4 м/с

**А8.** Скорость течения реки относительно берега 0,8 м/с, скорость лодки относительно берега такая же. При этом лодка выдерживает курс, перпендикулярный берегу. Под каким углом к берегу должна быть направлена скорость лодки относительно течения, чтобы выдержать этот курс?

1) 300  2) 450  3) 600 4) 1200

**А9.** Эскалатор метро поднимается со скоростью 1 м/с. Может ли человек, находящийся на нем, быть в покое в системе отсчета, связанной с Землей?

1) может, если движется в противоположную сторону со скоростью 1 м/с

2) может, если движется в ту же сторону со скоростью 1 м/с

3) может, если стоит на эскалаторе

4) не может ни при каких условиях

**А10.** Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один со скоростью 50 км/ч, а другой - со скоростью 70 км/ч. При этом они

1) сближаются 3) не изменяют расстояние друг от друга

2) удаляются 4) могут сближаться, а могут и удаляться

**А11.** Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый - со скоростью , второй - со скоростью (-3). Модуль скорости второго автомобиля относительно первого равен

1. *v* 2) 2*v* 3) 3*v* 4) 4*v*

**А12.** Лодка должна попасть на противоположный берег реки по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Скорость течения реки *u*, а скорость лодки относительно воды *v*. Модуль скорости лодки относительно берега должен быть равен

1) *v* + *u* 2) *v* - *u* 3) 4)

**А13.** К перекрестку по взаимно перпендикулярным дорогам движутся два велосипедиста со скоростями *v*1 = 10 км/ч и *v*2 = 15 км/ч (рис. 1). Какое направление имеет скорость первого велосипедиста в системе отсчета, связанной со вторым (укажите номер стрелки)?

 **Рис. 1**

**А14.** Пешеход идет по прямолинейному участку дороги со скоростью *v*. Навстречу ему движется автобус со скоростью 10*v*. С какой скоростью должен двигаться навстречу пешеходу велосипедист, чтобы модуль его скорости относительно пешехода и автобуса был одинаков?

1) 4,5*v* 2) 5,5*v* 3)9*v* 4) 11*v*

**А15.** Капля дождя, летящая с постоянной скоростью *v* вертикально вниз, попадает на стекло вагона, движущегося с постоянной скоростью *u* (рис. 2, а). Какая из траекторий на рисунке 2, б соответствует следу капли на стекле (№ стрелки (б))?

 **Рис. 2**

**А16.** Пароход движется по реке против течения со скоростью 5 м/с относительно берега. Определите скорость течения реки, если скорость парохода относительно берега при движении в обратном направлении равна 8 м/с.

1) 1,5 м/с. 2) 3 м/с. 3) 4,5 м/с. 4) 9 м/с.

**A17.** Два корабля движутся под углом = 600 друг к другу из одной точки ( *v*1 = 10 м/с и *v*2 = 15 м/с). Найдите относительную скорость кораблей и расстояние между ними (в км) в момент времени t = 5 мин.

1) *v* = 25 м/с, S = 7,5 км. 3) *v* = 5 м/с, S =1,5 км.

2) *v* = 13,23 м/с, S = 3,97 км. 4) *v* = 25 м/с, S = 125 км.

**A18.** Две капли падают из крана одна вслед за другой. Как движется вторая капля в системе отсчета, связанной с первой каплей, после отрыва ее от крана?

1) Равноускоренно. 3) Не движется.

2) Равнозамедленно. 4) Равномерно вверх.

**A19.** Чему равна проекция скорости второй капли относительно первой на направление движения капель (см. задачу **А18**) если интервал отрыва капель 0,5 с?

1) -2,5 м/с. 2) 2,5 м/с. 3) -5 м/с. 4) 5 м/с.

**A20.** Два корабля А и В движутся со скоростями , и относительно Земли. (См. рис.) С какой по модулю скоростью корабль А движется относительно корабля В? 1) *v1* 2) *v1* – *v2*  3) *v1+* *v2* 4)

**A21.** Пловец плывет по течению реки. Определите скорость пловца относительно берега, если скорость пловца относительно воды 0,4 м/с, а скорость течения реки 0,3 м/с.

1) 0,1 м/с 2) 0,25 м/с 3) 0,5 м/с 4) 0,7 м/с

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 3 |  | 1 |  | 2 |
|  | 3 |  | 4 |  | 4 |
|  | 2 |  | 4 |  | 3 |
|  | 4 |  | 4 |  | 4 |
|  | 2 |  | 4 |  | 4 |
|  | 3 |  | 1 |  |  |
|  | 1 |  | 3 |  |  |
|  | 2 |  | 1 |  |  |

**Относительность движение. Сложение скоростей**

**1.** В безветренную погоду капли дождя оставляют на окне равномерно движущегося со скоростью 10 м/с автобуса следы, направленные под углом 600 к вертикали. Определите скорость капель относительно Земли. Ответ: 5,8

**2.** Велосипедист и мотоциклист одновременно выезжают на шоссе и движутся в одну сторону. Скорость первого 12 м/с, второго - 54 км/ч. Расстояние между ними через 5 мин будет равно… Ответ: 900

**3.** Катер переплывает реку шириной 40 м. Скорость течения реки 3 м/с. Скорость катера относительно воды 5 м/с. За какое время катер переплывет реку по наикратчайшему пути (в с)? Ответ: 10

**4.** Через реку переправляется лодка, выдерживая курс перпендикулярно к течению реки. Скорость лодки относительно воды 1,4 м/с, скорость течения 0,7 м/с, ширина реки 308 м. Через какое время лодка достигнет другого берега? На какое расстояние вдоль берега отнесет ее течением? Ответ: 220 с, 154 м.

**5.** При скорости горизонтального ветра 20 м/с скорость капель дождя относительно земли 40 м/с. Какой будет скорость капель при скорости ветра 5 м/с? Ответ: 35

**6.** Пловец плывет против течения реки. Определите скорость движения пловца относительно берега, если скорость пловца относительно воды 1,5 м/с, а скорость течения реки 0,5 м/с… Ответ: 1

**7.** Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями 54 км/час и 36 км/час. Длина второго поезда 250м. Пассажир, сидящий и первом поезде, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд в течение… Ответ: 10

**8.** Из двух пунктов, расстояние между которыми 100м, одновременно навстречу друг другу начали двигаться два тела. Скорость одного из них 20 м/с. Какова скорость второго тела (в м/с), если они встретились через 4с? Ответ: 5.

**9.** Эскалатор поднимает стоящего человека за 2 мин. Человек поднимается по неподвижному эскалатору за 6 мин. Сколько времени будет подниматься человек по движущемуся эскалатору? Ответ: 90

**10.** При скорости ветра 10 м/с капли дождя падают под углом 30° к вертикали. Под углом 45° капли будут падать при скорости ветра… Ответ: 17

**11.** Два поезда идут навстречу друг другу по двум параллельным путям со скоростью 36 и 54 км/ч. Длины поездов 125 и 150 м. Время, в течение которого поезда проходят мимо друг друга, равно… Ответ: 11 с

**12.** Скорость моторной лодки по течению реки равна 18 км/ч, против течения равна 4 м/с. Скорость течения реки равна… Ответ: 0,5

**13.** Катер проходит расстояние между двумя пристанями на реке по течению за 600 c, а против течения – за 900 с. Какое время потребуется катеру для преодоления этого расстояния в озере… Ответ: 720

**14.** Автоколонна длиной 600 м движется со скоростью 10 м/с. Мотоциклист выехал из конца колонны по направлению к ее началу со скоростью 20 м/с. Достигнув головной машины, мотоциклист повернул обратно к концу автоколонны. За какое время он вернется обратно? Ответ: 80

1. Две вагонетки катятся навстречу друг другу со скоростями 0,5 м /с и 0,4 м /с. Через какое время вагонетки столкнутся, если первоначальное расстояние между ними 135 м? {150 с}
2. Автомобиль, двигаясь со скоростью 45 км/ч, в течение 10 с прошел такой же путь, какой автобус, двигающийся в том же направлении с постоянной скоростью, прошел за 25 с. Найдите величину их относительной скорости. {7,5 м/с}
3. Сколько времени сидящий у окна пассажир поезда, идущего со скоростью 54 км/ч, будет видеть проходящий мимо него встречный поезд, скорость которого равна 36 км/ч, а длина – 150 м? {6 c}
4. Рыбак, плывя по течению реки с постоянной относительно воды скоростью, проплывая под мостом, потерял удочки. Через полчаса он заметил пропажу и повернул обратно. На расстоянии 4 км от моста он встретился с удочками. Определить скорость течения реки. {4 км/ч}
5. Моторный катер проходит расстояние между двумя пристанями против течения за 1час. За такое же время это расстояние проходит по течению плот. За какое время пройдет это расстояние по течению катер? {20 мин}
6. Самолет летит их пункта А в пункт В и обратно со скоростью 600 км/час относительно воздуха. Сколько времени затратил самолет на весь полет, если вдоль линии полета непрерывно дует ветер постоянного направления со скоростью 20 м/с? Расстояние между пунктами 900 км. {3,04 часа}
7. Во сколько раз время проезда одного и того же расстояния на катере туда и обратно по реке больше, чем по озеру? Скорость течения реки 3 км/ч, скорость катера относительно воды в обоих случаях 10 км/ч. {2,2}
8. Скорость движения лодки относительно воды в два раза больше течения реки. Во сколько раз больше времени занимает поездка между двумя пунктами против течения, чем по течению? {3}
9. В безветренную погоду капли дождя оставляют на окне равномерно движущегося поезда следы, направленные под углом 60º к вертикали. Определить скорость капель относительно Земли, если поезд движется со скоростью 36 км/ч? {5,77 м/с}
10. При горизонтальном ветре, скорость которого 10 м/с, капли дождя падают под углом 30º к вертикали. При какой горизонтальной скорости ветра капли будут падать под углом 60º к вертикали? {30 м/с}
11. Какую скорость должен сообщить мотор катеру, чтобы при скорости течения реки 1,2 м/с катер двигался перпендикулярно берегу со скоростью 3,2 м/с? Под каким углом к берегу должна быть направлена эта скорость? {3,42 м/с; 69,40}
12. Лодка движется перпендикулярно берегу реки. Ее скорость относительно воды равна 2 м/с. Определите время движения лодки к другому берегу, если ширина реки 80 м, а скорость течения 1 м/с. {46,2 c}
13. Катер, переправляясь через реку шириной 600 м, двигался перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчета, связанной с водой. На сколько метров будет снесен катер течением, если скорость течения 1,5 м/с? {225 м}
14. Гребец сообщает лодке скорость 2 м/с относительно воды. Под каким углом к течению реки он должен направить лодку, чтобы плыть точно поперек реки, если скорость ее течения 1 м/с? {1200}
15. Эскалатор метро спускает неподвижно стоящего человека за 90 с. По неподвижному эскалатору человек спускается за 2 мин. За какое время спустится человек по движущемуся эскалатору? Скорости движения человека и эскалатора во всех случаях неизменны. {51,4 с}
16. Эскалатор метрополитена, двигаясь равномерно, поднимает неподвижно стоящего на нём человека в течение одной минуты. По неподвижному эскалатору пассажир, двигаясь равномерно, поднимается за три минуты. Сколько секунд будет подниматься пассажир по движущемуся вверх эскалатору? {45 c}
17. Колонна автомашин длиной 2 км движется со скоростью 36 км/ч. Из начала колонны выезжает мотоциклист, который, достигнув ее конца, возвращается обратно. Скорость мотоциклиста постоянна и равна 54 км/ч. Сколько времени будет в пути и какой путь пройдет мотоциклист пока он снова нагонит начало колонны? {8 мин; 7,2 км}
18. Два велосипедиста едут по взаимно перпендикулярным дорогам со скоростями 10,8 км/ч и 14,4 км/ч, соответственно. Чему равна их относительная скорость? {18 км/ч}
19. Две прямые дороги пересекаются под углом 60º. От перекрестка в одну сторону удаляются по ним две машины: одна со скоростью 60 км/ч, другая со скоростью 80 км/ч. Определить величину скорости, с которой одна машина удаляется от другой. Перекресток машины прошли одновременно. {72,1 км/ч; 122 км/ч}
20. Пешехода, идущего со скоростью 3,6 км/ч, обгоняет велосипедист, движущийся в том же направлении со скоростью 6 м/с. Найдите проекцию па ось X скорости пешехода относительно велосипедиста. (Скорости пешехода и велосипедиста относительно земли считать положительными.) {-5 м/с}
21. По двум параллельным путям в одном направлении идут товарный поезд длиной L1 = 560 м со скоростью *v*1= 68,4 км/ч и электропоезд длиной L2 = 440 м со скоростью *v*2 = 104,4 км/ч. За какое время электропоезд обгонит товарный состав? {100 с}
22. Пловец переплывает реку по прямой, перпендикулярно берегу. Определите скорость течения реки, если скорость пловца относительно воды в 2 раза больше скорости течения. Скорость пловца относительно берега равна 0,87 м/с. {0,5 м/с}
23. Самолет летит из пункта А в пункт В, расположенный на расстоянии 300 км к востоку. Определите продолжительность полета (в мин), если ветер дуст с юга на север. Скорость ветра u = 25 м/с, скорость самолета относительно воздуха v2 = 600 км/ч (учесть, что самолет в ветреную погоду может менять курс, чтобы попасть из пункта А в пункт В по кратчайшему пути). {30,34 мин}
24. От перекрестка одновременно отъехали два автобуса: первый - со скоростью *v*1 = 40 км/ч, второй – со скоростью *v*2 = 60 км/ч, в направлении, перпендикулярном движению первого. С какой относительной скоростью (в км/ч) они удаляются друг от друга? {78,1 км/ч}
25. Человек бежит по движущемуся эскалатору. В первый раз он насчитал 60 ступенек, во второй раз, двигаясь со скоростью на 50% большей, он насчитал 70 ступенек. Сколько ступенек он насчитал бы на неподвижном эскалаторе? {105}