

ОБ ЭТОМ УЧЕБНОМ ПОСОБИИ

НАЗНАЧЕНИЕ

Настоящее пособие:

- поможет школьнику *научиться решать задачи*,
- предоставит учителю обширный материал для обучения решению задач в классе, для самостоятельных и домашних работ, а также для подготовки учеников к олимпиадам по физике (школьным и районным).

СТРУКТУРА

- В каждом разделе физики курса 9-го класса отобраны *ключевые задачи*, к которым обычно приведены *подробные решения*.
- К каждой ключевой задаче подобраны или составлены «*похожие*» задачи, к которым даны *советы*, а также задачи только с ответами.
- Задачи дифференцированы на три уровня сложности.

ОБОЗНАЧЕНИЯ

Слева от номера задачи:

- ключиком обозначены ключевые задачи, к которым приведены подробные решения,
- пальцем, показывающим вниз, обозначены задачи, к которым приведены советы внизу страницы.

Желаем младшим читателям научиться, а старшим — научить решать задачи по физике!

МЕХАНИКА

ПОЛЕЗНЫЕ СВЕДЕНИЯ

- *Перемещением* тела называют направленный отрезок, соединяющий положение тела в начальный момент с положением тела в конечный момент.
- Скорость тела при прямолинейном равномерном движении $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$. Если тело движется вдоль оси x , график зависимости $x(t)$ — *отрезок прямой*.
- *Средняя скорость* тела равна отношению всего пройденного телом пути ко всему времени движения: $v_{\text{ср}} = \frac{l}{t}$.
- При прямолинейном равноускоренном движении $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$, пройденный путь $l = \frac{at^2}{2}$.
- При прямолинейном равноускоренном движении тела в одном направлении $l = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$, если $v > v_0$, и $l = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$, если $v < v_0$.
- Тормозной путь $l_{\text{торм}} = \frac{v_0^2}{2a}$, где v_0 — начальная скорость.
- Модуль центростремительного ускорения тела при равномерном движении со скоростью v по окружности радиуса r выражается формулой $a = \frac{v^2}{r}$.
- При равномерном движении по окружности период обращения T , скорость тела v и радиус окружности r связаны соотношением $v = \frac{2\pi R}{T}$.
- Частота обращения ν равна числу оборотов за 1 с. Период и частота — взаимно обратные величины: $T = \frac{1}{\nu}$, $\nu = \frac{1}{T}$.

- *Второй закон Ньютона*: равнодействующая всех приложенных к телу сил равна произведению массы тела на его ускорение: $\vec{F} = m\vec{a}$. Второй закон Ньютона справедлив только в *инерциальных системах отсчёта*.
- Под действием силы тяжести все тела движутся с одинаковым ускорением, равным *ускорению свободного падения* $\vec{g}$. Сила тяжести $\vec{F}_T = m\vec{g}$.
- *Третий закон Ньютона*: тела действуют друг на друга силами, равными по модулю и противоположными по направлению: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$.
- Вес покоящегося тела $\vec{P} = m\vec{g}$.
- Если ускорение тела направлено *вверх*, то модуль веса тела $P = m(g + a)$. Если ускорение тела направлено *вниз* и меньше по модулю, чем ускорение свободного падения, то $P = m(g - a)$.
- *Закон Гука*: модуль силы упругости пропорционален модулю деформации пружины $F = k|x|$.
- *Закон всемирного тяготения*: две материальные точки массами m_1 и m_2 , находящиеся на расстоянии R друг от друга, притягиваются с силами, модуль каждой из которых выражается формулой $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$.
- *Гравитационная постоянная* $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$.
- Скорость спутника на орбите, радиус которой можно приближённо считать равным радиусу Земли, называют *первой космической скоростью*: $v_I = \sqrt{R_{\text{зем}} g} = 8 \text{ км/с}$.
- Сила трения скольжения пропорциональна силе нормальной реакции: $F_{\text{тр}} = \mu N$. Коэффициент пропорциональности μ называют *коэффициентом трения*.
- Модуль силы трения покоя $F_{\text{тр.пок}}$ не превышает предельного значения, которое называют *максимальной силой трения покоя*. Её принимают равной силе трения скольжения.

- *Импульсом тела* (или просто *импульсом*) называют произведение массы тела на его скорость: $\vec{p} = m\vec{v}$.
- Изменение импульса тела $\Delta\vec{p}$ за промежуток времени Δt равно импульсу равнодействующей приложенных к телу сил: $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$.
- *Закон сохранения импульса*: векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не изменяется при любых взаимодействиях между телами системы: $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots = \text{const}$.
- *Работой A* постоянной силы $\vec{F}$ называют произведение модуля силы F на модуль перемещения s и на косинус угла α между направлением силы и направлением перемещения: $A = Fs \cos \alpha$.
- *Работа силы тяжести* $A_{\text{т}} = mg(h_{\text{н}} - h_{\text{к}})$, где $h_{\text{н}}$ — начальная высота, на которой находится тело, $h_{\text{к}}$ — конечная высота.
- *Работа силы упругости* при возвращении пружины в недеформированное состояние $A = \frac{kx^2}{2}$, где x — начальная деформация пружины.
- *Мощностью P* называют отношение совершённой работы A к промежутку времени t , за который эта работа совершена: $P = \frac{A}{t}$. Мощность выражается также формулой $P = Fv$, где F — модуль силы, v — модуль скорости.
- *Потенциальная энергия* тела массой m , поднятого на высоту h , выражается формулой $E_p = mgh$.
- *Потенциальная энергия деформированной пружины* $E_p = \frac{kx^2}{2}$, где k — жёсткость пружины, x — деформация пружины.
- *Кинетическая энергия* тела массой m , движущегося со скоростью $\vec{v}$, выражается формулой $E_k = \frac{mv^2}{2}$.

- Сумму потенциальной и кинетической энергий тела или системы тел называют *механической энергией*: $E_{\text{мех}} = E_p + E_k$.
- *Закон сохранения энергии в механике*: если между телами *замкнутой* системы тел действуют только *силы тяготения и силы упругости*, то механическая энергия данной системы тел сохраняется: $E_p + E_k = \text{const}$.
- Изменение механической энергии равно работе силы трения скольжения: $\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{тр}}$. Работа *силы трения* скольжения отрицательна.
- Модуль наибольшего смещения тела от положения равновесия при колебаниях называют *амплитудой* колебаний x_{max} .
- Промежуток времени, в течение которого происходит одно колебание, называют *периодом* T колебаний.
- Число колебаний за одну секунду называют *частотой* ν колебаний: $\nu = \frac{1}{T}$.
- Период T колебаний пружинного маятника $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, где m — масса груза, k — жёсткостью пружины.
- Период колебаний математического маятника $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, где l — длина нити, g — ускорение свободного падения.
- *Частотой* волны ν называют частоту колебаний точек среды, а *периодом* волны T называют период колебаний точек среды, $T = \frac{1}{\nu}$.
- *Длиной* волны λ называют расстояние между соседними гребнями волны.
- *Амплитудой* волны A называют модуль наибольшего смещения частиц среды от положения равновесия.
- Скорость волны v — скорость, с которой движутся гребни волны: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda\nu$.

СИСТЕМА ОТСЧЁТА, ТРАЕКТОРИЯ, ПУТЬ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ

- 1.1. Человек сидит в комнате на диване и читает книгу.
 - а) Относительно каких тел человек покоится?
 - б) Относительно каких тел человек движется?
- 1.2. Человек сидит на полке в купе едущего поезда и читает книгу.
 - а) Относительно каких тел человек покоится?
 - б) Относительно каких тел человек движется?
-  1.3. Спортсмен пробежал трижды по круговой дорожке длиной 200 м. Чему равен пройденный им путь?
-  1.4. При каком виде движения модуль перемещения равен пройденному пути?

ВТОРОЙ УРОВЕНЬ

- 1.5. Человек прошёл по аллее парка, имеющей форму квадрата. Сторона квадрата равна 100 м. Чему были равны путь l и модуль перемещения s человека, когда он прошёл:
 - а) одну сторону квадрата;
 - б) две стороны квадрата;
 - в) три стороны квадрата;
 - г) четыре стороны квадрата?
- 1.6. Брошенный вертикально вверх шарик достиг высоты 10 м и упал на землю. Чему были равны путь l и модуль перемещения s шарика, когда он:
 - а) находился на половине максимальной высоты при движении вверх;
 - б) поднялся до максимальной высоты;

-
- 1.3. Если некоторый участок траектории тело проходит n раз, для нахождения пройденного пути надо умножить длину этого участка на n .
 - 1.4. Учтите, что модуль перемещения равен расстоянию от начальной точки до конечной.

- в) находился на половине максимальной высоты при движении вниз;
- г) упал на землю?

1.7. Мальчик подбросил мячик на высоту 4 м. После падения и удара о землю мячик подскакивает первый раз на высоту 2 м, второй раз — на высоту 1 м, и на этой высоте мальчик ловит мячик.

- а) Чему равен весь пройденный мячиком путь (от момента бросания)?
- б) Чему равен модуль всего перемещения мячика?

 **1.8.** Турист прошёл 4 км на север, повернул под прямым углом и прошёл ещё 3 км. Чему равны пройденный туристом путь l и модуль его перемещения s ?

 **1.9.** Автомобиль выехал из посёлка А, проехал 5 км по прямому шоссе, повернул и проехал по другому прямому шоссе до посёлка Б ещё 12 км. Под каким углом автомобиль повернул, если расстояние между посёлками равно 13 км?

ТРЕТИЙ УРОВЕНЬ

1.10. Велосипедист сделал полный круг по круговой дорожке радиуса 100 м. Чему были равны путь l и модуль перемещения s велосипедиста, когда он проехал:

- а) четверть дорожки;
- б) половину дорожки;
- в) три четверти дорожки;
- г) всю дорожку?

1.11. Чему равны пройденный путь l и модуль перемещения s конца минутной стрелки длиной 20 см:

- а) за 10 мин;
- б) за 15 мин;
- в) за полчаса;
- г) за 45 мин;
- д) за 1 ч?

1.8. Воспользуйтесь теоремой Пифагора.

1.9. Воспользуйтесь признаком прямоугольного треугольника.

ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ

1.12. Переведите в км/ч значения скорости: 1 м/с, 5 м/с, 10 м/с, 15 м/с, 20 м/с.

1.13. Автомобиль едет со скоростью 90 км/ч. Какое расстояние он проезжает за: 10 с; 1 мин?

1.14. Велосипедист едет прямолинейно равномерно со скоростью 20 км/ч.

а) Постройте график зависимости пройденного пути от времени за 3 ч движения.

б) Найдите с помощью построенного вами графика путь, пройденный за промежуток времени от $t = 1$ ч до $t = 2,5$ ч.

Решение. а) При прямолинейном равномерном движении зависимость пройденного телом пути l от времени

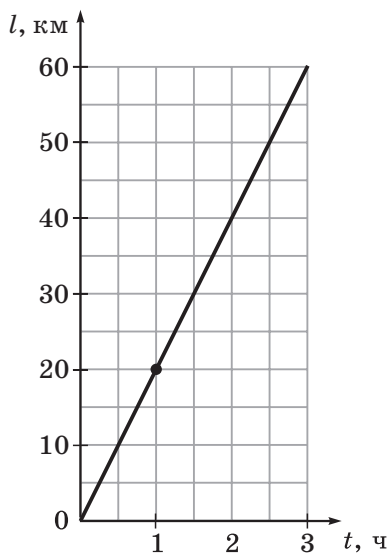


Рис. 1.1

1.12. Докажите сначала, что при движении со скоростью 1 м/с тело проходит за 1 час 3,6 км.

1.13. а) Переведите значение скорости автомобиля в м/с. б) Воспользуйтесь тем, что 1 мин составляет $1/60$ часть часа.

движения t выражается формулой $l = vt$, где v — скорость тела, откуда следует, что путь прямо пропорционален времени. График прямой пропорциональности — отрезок, проходящий через начало координат графика. Для построения такого графика достаточно найти одну его точку, не совпадающую с началом координат. В данном случае удобно взять точку графика, соответствующую $t = 1$ ч. По формуле $l = vt$ находим, что за 1 ч велосипедист проезжает путь $l = 20$ км. Отметим на графике эту точку и построим требуемый график (рис. 1.1). б) Чтобы найти путь, пройденный велосипедистом за промежуток времени от $t = 1$ ч до $t = 2,5$ ч, можно из пути, пройденного велосипедистом за 2,5 ч, вычесть путь, пройденный за 1 ч. Находя с помощью графика эти пути, получим $l = 50$ км $- 20$ км $= 30$ км.

Ответ. б) 30 км.

1.15. На рис. 1.2 приведены графики зависимости пути от времени для автомобиля и велосипедиста.

- Определите, какой график (1 или 2) описывает движение автомобиля, а какой — велосипедиста.
- Чему равны пути, пройденные автомобилем и велосипедистом за 2 ч?
- Чему равны скорости автомобиля и велосипедиста в км/ч?

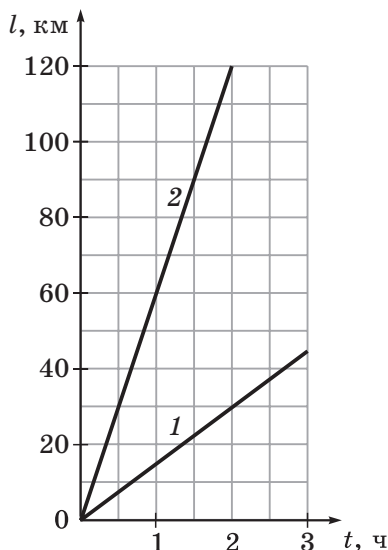


Рис. 1.2

- 1.15. а)** Сравните пути, пройденные телами, и учтите, что скорость автомобиля больше скорости велосипедиста. **г)** Найдите с помощью графиков пути, пройденные каждым телом. **д)** Сравните с помощью графиков моменты времени, когда каждое тело прошло путь, равный 30 км.

- г) Найдите с помощью графиков, на каком расстоянии друг от друга будут находиться автомобиль и велосипедист при $t = 2$ ч.
- д) Найдите с помощью графиков, с каким интервалом времени автомобиль и велосипедист проедут мимо заправочной станции, находящейся на расстоянии 30 км от начальной точки движения автомобиля и велосипедиста.

ВТОРОЙ УРОВЕНЬ



1.16. Пассажир поезда, движущегося со скоростью 60 км/ч, смотрит в окно.

- а) Через какие промежутки времени мимо окна проносятся столбы, стоящие вдоль железнодорожного полотна на расстоянии 1 км друг от друга?
- б) Какой станет скорость поезда, если эти промежутки времени уменьшатся на 10 с?



1.17. За некоторый промежуток времени Миша проехал от посёлка А до посёлка Б, сразу развернулся и проехал половину обратного пути. Оставшуюся половину пути Миша прошёл пешком за такой же промежуток времени. Во сколько раз скорость езды была больше скорости ходьбы?



1.18. Электричка длиной 200 м проезжает равномерно мимо всей платформы длиной 300 м за 30 с, считая от момента, когда первый вагон проехал мимо начала платформы до момента, когда мимо конца платформы проехал последний вагон.

- а) Чему равна скорость электрички?
- б) Сколько времени сидящий у окна пассажир электрички двигался вдоль платформы?
- в) В течение какого промежутка времени электричка ехала мимо стоящего на платформе дежурного по станции?

1.16. а) Воспользуйтесь тем, что в одном часе 60 минут. б) Воспользуйтесь тем, что промежутки уменьшились на $1/6$ часть.

1.17. Сравните пути, пройденные за одинаковые промежутки времени.

Решение. а) За указанное время ($t = 30$ с) вся электричка проезжает мимо всей платформы. Следовательно, пройденный электричкой путь l равен сумме длин электрички и платформы: $l = 500$ м (200 м + 300 м). Отсюда следует, что скорость электрички $v = l/t$. Подставляя данные из условия, получаем $v = 60$ км/ч. б) Сидящий в электричке пассажир движется вдоль платформы со скоростью электрички v , значит, вдоль всей платформы длиной $l_{\text{пл}}$ он будет двигаться в течение времени $t_{\text{пас}} = l_{\text{пл}}/v$. Подставляя данные из условия и переводя скорость электрички в м/с, получаем $t_{\text{пас}} = 18$ с. в) Электричка длиной $l_{\text{эл}}$, движущаяся со скоростью v , проезжает мимо стоящего на платформе дежурного по станции за время $t_{\text{деж}} = l_{\text{эл}}/v$. Подставляя данные из условия и переводя скорость электрички в м/с, получаем $t_{\text{деж}} = 12$ с.

Ответ. а) 60 км/ч. б) 18 с. в) 12 с.

-  **1.19.** Поезд проезжает вдоль всей платформы длиной 400 м за 30 с, а мимо стоящего на платформе дежурного по станции — за 10 с.
- Чему равна длина поезда?
 - Чему равна скорость поезда (в км/ч)?
- 1.20.** Поезд длиной 500 м проезжает по мосту со скоростью 36 км/ч за 2 мин, считая от момента, когда на мост въехал локомотив, до момента, когда с моста съехал последний вагон.
- Чему равна длина моста?
 - Сколько времени сидящий у окна пассажир электрички двигался вдоль моста?
- 1.21.** За сколько времени поезд длиной 250 м проедет по мосту длиной 750 м, если скорость поезда при движении по мосту равна 36 км/ч?
- 1.22.** С какой скоростью (в км/ч) поезд длиной 240 м ехал по мосту длиной 260 м, если он проехал мост за 1 мин?

-
- 1.19.** а) Из того, что вдоль всей платформы поезд едет в 3 раза дольше, чем мимо дежурного, следует, что сумма длин платформы и поезда в 3 раза больше длины поезда.

ТРЕТИЙ УРОВЕНЬ



1.23. Автомобиль проехал некоторое расстояние по равнине, затем поднялся по склону, сразу развернулся и вернулся по тому же пути в начальную точку. Весь пройденный автомобилем путь равен 120 км, всё время движения равно 1 ч 50 мин, по равнине автомобиль ехал со скоростью 80 км/ч, поднимался по склону со скоростью 40 км/ч, а спускался со склона со скоростью 60 км/ч. Чему равна длина склона?

СЛОЖЕНИЕ СКОРОСТЕЙ

ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ



1.24. Мотоциклист, едущий по прямому шоссе со скоростью 60 км/ч, в некоторый момент времени обгоняет велосипедиста, который едет со скоростью 20 км/ч.

- Чему равна скорость мотоциклиста относительно велосипедиста?
- На каком расстоянии друг от друга будут мотоциклист и велосипедист через 3 ч после обгона?
- Через какой промежуток времени после обгона расстояние между мотоциклистом и велосипедистом будет равно 90 км?

Решение. а) Поскольку мотоциклист и велосипедист движутся прямолинейно в одном направлении, их относительная скорость равна модулю *разности* их скоростей относительно дороги. Используя данные из условия, находим, что мотоциклист движется относительно велосипедиста со скоростью 40 км/ч. б) Поскольку мотоциклист движется относительно велосипедиста со скоростью 40 км/ч, расстояние между ними после обгона увеличивается за каждый час на 40 км. Следовательно, через 3 ч после обгона расстояние между ними будет равно 120 км. в) Чтобы узнать, через какой промежуток времени после обгона расстояние между мотоциклистом и велосипедистом будет равно 90 км, надо

1.23. Обозначьте длину склона x и составьте уравнение для его нахождения.

это расстояние разделить на скорость мотоциклиста относительно велосипедиста, равную 40 км/ч. В результате получим 2,25 часа, то есть 2 ч 15 мин.

Ответ. а) 40 км/ч. б) 120 км. в) 2 ч 15 мин.

 **1.25.** Мотоциклист едет по прямому шоссе со скоростью 60 км/ч навстречу велосипедисту, который едет со скоростью 20 км/ч. В начальный момент расстояние между ними равно 120 км.

- а) Чему равна скорость мотоциклиста относительно велосипедиста?
- б) Через какой промежуток времени после начального момента мотоциклист и велосипедист проедут друг мимо друга?

 **1.26.** Пристань А расположена на 24 км выше по течению, чем пристань Б. Скорость моторной лодки относительно воды 10 км/ч, а скорость течения реки — 2 км/ч.

- а) Сколько времени лодка будет плыть от А до Б?
- а) Сколько времени лодка будет плыть от Б до А?

Решение. Обозначим $v_{\text{л}}$ модуль скорости лодки относительно воды, а $v_{\text{т}}$ — модуль скорости течения реки. Когда лодка плывёт по течению, её скорость относительно берега равна $v_{\text{л}} + v_{\text{т}}$, а когда она плывёт против течения, её скорость относительно берега равна $v_{\text{л}} - v_{\text{т}}$. Отсюда следует, что от А до Б лодка будет плыть по те-

чению, затратив на это время $t_{\text{по}} = \frac{l}{v_{\text{л}} + v_{\text{т}}}$, где l — расстояние от А до Б, а обратный путь против течения от

Б до А займёт время $t_{\text{пр}} = \frac{l}{v_{\text{л}} - v_{\text{т}}}$. Подставляя данные

из условия, получаем $t_{\text{по}} = 2$ ч, $t_{\text{пр}} = 3$ ч.

Ответ. а) 2 ч. б) 3 ч.

-
- 1.25.** а) Когда тела движутся в противоположных направлениях, модуль их относительной скорости равен *сумме* их скоростей относительно дороги. б) Зная относительную скорость тел и начальное расстояние между ними, найдите промежуток времени, в течение которого это расстояние уменьшится до нуля.

1.27. Катер плывёт против течения реки со скоростью 12 км/ч, а по течению — со скоростью 14 км/ч. Чему равна скорость течения?

1.28. От расположенной на 12 км выше по течению реки пристани А до пристани Б лодка плывёт 3 ч. Скорость лодки относительно воды равна 3 км/ч.

а) Чему равна скорость течения реки?

б) Сколько времени лодка будет плыть от Б до А?

 **1.29.** От пристани А до пристани Б, расположенной на 60 км выше по течению реки, лодка плывёт 10 ч. Скорость течения равна 2 км/ч.

а) Чему равна скорость лодки относительно воды?

б) Сколько времени лодка будет плыть от Б до А?

ВТОРОЙ УРОВЕНЬ

 **1.30.** Мотоциклист едет по прямому шоссе со скоростью 60 км/ч навстречу велосипедисту, который едет со скоростью 20 км/ч. В начальный момент расстояние между ними равно 120 км.

а) Чему будет равно расстояние между мотоциклистом и велосипедистом через 1 ч после начального момента?

б) Чему будет равно расстояние между мотоциклистом и велосипедистом через 2 ч после начального момента?

в) Через какой промежуток времени после начального момента расстояние между мотоциклистом и велосипедистом будет равно 60 км?

г) Через какой промежуток времени после начального момента расстояние между мотоциклистом и велосипедистом будет равно 160 км?

1.29. Учтите, что от А до Б лодка плыла против течения.

1.30. а) Учтите, что когда тела движутся прямолинейно в противоположных направлениях, их относительная скорость равна сумме их скоростей относительно дороги. б) Учтите, что после того, как мотоциклист и велосипедист проедут друг мимо друга, расстояние между ними будет увеличиваться. в) Учтите, что заданное расстояние между мотоциклистом и велосипедистом будет как в некоторый момент до их встречи, так и в некоторый момент после неё.

- 1.31.** От пристани А на реке до пристани Б и обратно лодка проплывает за 6 ч. Скорость лодки относительно воды 6 км/ч, а скорость течения реки — 2 км/ч. Чему равно расстояние от А до Б?

Решение. Обозначим $v_{\text{л}}$ модуль скорости лодки относительно воды, а $v_{\text{т}}$ — модуль скорости течения реки. Когда лодка плывёт по течению, её скорость относительно берега равна $v_{\text{л}} + v_{\text{т}}$, а когда она плывёт против течения, её скорость относительно берега равна $v_{\text{л}} - v_{\text{т}}$. По условию лодка плывёт от А до Б и обратно, поэтому для решения задачи не имеет значения, какая пристань расположена выше по течению. Предположим для определённости, что выше по течению расположена пристань А. Тогда от А до Б лодка будет плыть по течению, затратив на это время $t_{\text{по}} = \frac{l}{v_{\text{л}} + v_{\text{т}}}$,

где l — расстояние от А до Б, а обратный путь против течения займёт время $t_{\text{пр}} = \frac{l}{v_{\text{л}} - v_{\text{т}}}$. Следовательно, от А

до Б и обратно лодка проплывёт за время $t = \frac{2lv_{\text{л}}}{v_{\text{л}}^2 - v_{\text{т}}^2}$.

Написанное равенство — уравнение с одним неизвестным l . Решая его, получаем $l = \frac{t(v_{\text{л}}^2 - v_{\text{т}}^2)}{2v_{\text{л}}}$. Подставляя данные из условия, находим $l = 16$ км.

Ответ. 16 км.

- 1.32.** От расположенной на реке пристани А до пристани Б и обратно лодка проплывает за 5 ч. Расстояние между пристанями равно 30 км, скорость лодки относительно воды равна 12,5 км/ч. Чему равна скорость течения реки?
- 1.33.** От расположенной на реке пристани А до пристани Б катер проплывает за 5 ч, а обратный путь занимает 4 ч.
- Какая пристань расположена выше по течению?
 - Во сколько раз скорость катера относительно воды больше скорости течения реки?

1.34. Катер движется по реке от пристани А до пристани В 4 часа, а обратно — 5 часов. Расстояние между пристанями 80 км.

- а) Чему равна скорость течения реки?
- б) Чему равна скорость катера относительно воды?



1.35. От пристани А на реке одновременно отплыли плот и моторная лодка. Через 1 ч лодка достигла пристани В, сразу развернулась и поплыла обратно. Скорость лодки относительно воды 12 км/ч, скорость течения 2 км/ч. Через сколько времени после разворота лодка встретит плот? Есть ли в условии лишние данные?

Решение. Задачу легко решить, перейдя в систему отсчёта, связанную с плотом, потому что скорость лодки относительно плота равна скорости лодки относительно воды независимо от направления движения лодки (по или против течения). Следовательно, если лодка удалялась от плота в течение 1 ч, то и приближаться к нему после разворота она будет тоже в течение 1 ч. Для решения задачи не понадобились ни скорость лодки относительно воды, ни скорость течения.

Ответ. 1 ч; лишние данные — скорость лодки относительно воды и скорость течения.



1.36. От пристани А на реке одновременно в противоположных направлениях отплыли плот и моторная лодка. Через 2 ч лодка развернулась и поплыла обратно. Скорость лодки относительно воды 10 км/ч, скорость течения 1 км/ч. Через сколько времени после разворота лодка встретит плот? Есть ли в условии лишние данные?

1.37. Расстояние между двумя пристанями на реке лодка проходит по течению за 10 мин, а против течения — за 30 мин.

- а) Во сколько раз скорость лодки относительно воды больше скорости течения?
- б) За какое время от одной пристани до другой доплывёт плот?

1.36. Перейдите в систему отсчёта, связанную с плотом.

ТРЕТИЙ УРОВЕНЬ

-  **1.38.** Электричка длиной 300 м и товарный состав длиной 1,5 км проходят друг мимо друга, двигаясь в противоположных направлениях, за 1 мин (от момента, когда друг мимо друга проехали начала поездов, до момента, когда друг мимо друга проехали концы поездов).
- а) Сколько времени мимо машиниста электрички движется состав?
 - б) Сколько времени мимо машиниста состава движется электричка?
- 1.39.** От расположенной на реке пристани А до пристани Б катер проплывает за 4 ч, а плот — за сутки.
- а) Во сколько раз скорость катера относительно воды больше скорости течения?
 - б) За какое время катер проплывёт от пристани Б до пристани А?
- 1.40.** В полдень от пристани А отплыли моторная лодка и плот. Лодка доплыла до пристани Б в 3 часа того же дня, а плот — в ближайшую полночь. У пристани Б лодка сразу развернулась и поплыла обратно.
- а) В котором часу лодка достигла пристани А?
 - б) Во сколько раз скорость лодки относительно воды больше скорости течения?
-  **1.41.** От пристани А на реке одновременно отплыли плот и моторная лодка. Достигнув пристани Б, лодка сразу поплыла обратно и встретила плот на середине пути от А до Б. Во сколько раз скорость лодки относительно воды больше скорости течения?
- 1.42.** От пристани А на реке одновременно отплыли плот и моторная лодка. Достигнув пристани Б, лодка сразу поплыла обратно и встретила плот на середине пути от А до Б. На каком расстоянии от пристани Б находился плот, когда лодка вернулась к пристани А, если расстояние между пристанями равно 12 км?

-
- 1.38.** Найдите сначала относительную скорость состава и электрички.
- 1.41.** Докажите сначала, что после разворота лодка плыла до встречи с плотом столько же времени, сколько заняло её движение от А до Б.

- 1.43.** От пристани А на реке одновременно отплыли плот и лодка. Достигнув пристани Б, лодка сразу развернулась, поплыла обратно и достигла пристани А тогда же, когда плот доплыл до пристани Б. Во сколько раз скорость лодки относительно воды больше скорости течения?



- 1.44.** Автомобиль двигался вдоль поезда, едущего в том же направлении, в течение 30 с. Скорость поезда 60 км/ч, скорость автомобиля — 90 км/ч. Сколько времени двигался бы автомобиль вдоль поезда, если бы они ехали с такими же скоростями в противоположных направлениях?



- 1.45.** Спускаясь по остановившемуся эскалатору, можно насчитать $N = 120$ ступеней. Спускаясь по движущемуся вниз эскалатору, Миша насчитал $n = 40$ ступеней. Что больше: скорость эскалатора или скорость Миши относительно эскалатора? Во сколько раз больше?

Решение. Обозначим L длину эскалатора, l — пройденный Мишей путь по эскалатору, $v_{\text{э}}$ — скорость эскалатора, $v_{\text{м}}$ — скорость Миши относительно эскалатора, t — время спуска Миши. Тогда $l = v_{\text{м}}t$, $L = (v_{\text{э}} + v_{\text{м}})t$.

Отсюда $\frac{L}{l} = \frac{v_{\text{э}} + v_{\text{м}}}{v_{\text{м}}}$. Кроме того, $\frac{L}{l} = \frac{N}{n}$. Из двух по-

следних равенств получаем $\frac{v_{\text{э}}}{v_{\text{м}}} = \frac{N - n}{n}$. Подставляя

данные из условия, находим $\frac{v_{\text{э}}}{v_{\text{м}}} = 2$.

Ответ. Скорость эскалатора в 2 раза больше скорости Миши относительно эскалатора.

- 1.46.** Если спускаться по остановившемуся эскалатору, можно насчитать $N = 90$ ступеней. Спускаясь по движущемуся вниз эскалатору, Коля насчитал $n = 45$ ступеней. Сколько ступеней насчитает Коля, если будет спускаться в 2 раза быстрее относительно эскалатора?

1.44. Перейдите в систему отсчёта, связанную с поездом, или найдите в каждом случае скорость автомобиля относительно поезда.

СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ

ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ

-  **1.47.** Вася 3 ч шёл пешком со скоростью 4 км/ч, а потом 1 ч ехал на велосипеде со скоростью 16 км/ч.
- а) Чему равно всё время движения Васи?
 - б) Чему равен весь проделанный Васей путь?
 - в) Чему равна средняя скорость Васи?

Решение. а) По условию всё время движения Васи $t = 3 \text{ ч} + 1 \text{ ч} = 4 \text{ ч}$. б) Проделанный Васей путь равен сумме пути, который он прошёл, и пути, который он проехал. Используя данные из условия, получаем, что Вася прошёл 12 км и проехал 16 км. Следовательно, весь пройденный Васей путь $l = 28 \text{ км}$. в) Средняя скорость равна отношению всего пройденного пути l ко всему времени движения t . Подставляя найденные выше значения l и t , находим $v_{\text{ср}} = 7 \text{ км/ч}$.

Ответ. а) 4 ч; б) 28 км; в) 7 км/ч.

- 1.48.** Турист проехал 150 км на автобусе со скоростью 50 км/ч, после чего проехал 200 км на автомобиле со скоростью 100 км/ч.
- а) Чему равен весь проделанный туристом путь?
 - б) Чему равно всё время движения туриста?
 - в) Чему равна средняя скорость туриста?
- 1.49.** Дима проехал 80 км на велосипеде со скоростью 20 км/ч, после чего 2 ч ехал на автомобиле со скоростью 80 км/ч.
- а) Чему равен весь проделанный Димой путь?
 - б) Чему равно всё время движения Димы?
 - в) Чему равна средняя скорость Димы?
- 1.50.** Мотоциклист за 2 ч проехал 90 км, а потом 3 ч ехал со скоростью 50 км/ч. Чему равна средняя скорость мотоциклиста?

ВТОРОЙ УРОВЕНЬ

-  **1.51.** Игорь некоторое время ехал на мопеде со скоростью $v_{\text{м}} = 40 \text{ км/ч}$, а потом вдвое дольше ехал на велосипеде

со скоростью $v_{\text{в}} = 10$ км/ч. Чему равна средняя скорость Игоря?

Решение. Обозначим время езды на мопеде t . Тогда

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_{\text{м}}t + v_{\text{в}} \cdot 2t}{3t} = \frac{v_{\text{м}} + 2v_{\text{в}}}{3}.$$

Подставляя данные из условия, находим $v_{\text{ср}} = 20$ км/ч.

Ответ. 20 км/ч.

- 1.52.** Одну четверть всего времени движения автомобиль проехал со скоростью 60 км/ч, а оставшееся время ехал со скоростью 100 км/ч. Чему равна средняя скорость автомобиля?



- 1.53.** Третью всего пути Саша проехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч, а оставшийся путь шел пешком со скоростью 5 км/ч. Чему равна его средняя скорость?

Решение. Обозначим l путь, который Саша проехал на

велосипеде. Тогда
$$v_{\text{ср}} = \frac{\frac{4l}{v_{\text{в}}} + \frac{3l}{v_{\text{п}}}}{\frac{4l}{v_{\text{в}}} + \frac{3l}{v_{\text{п}}}} = \frac{4v_{\text{в}}v_{\text{п}}}{v_{\text{п}} + 3v_{\text{в}}}.$$

Подставляя данные из условия, находим $v_{\text{ср}} = 6$ км/ч.

- 1.54.** Игорь первую половину пути проехал на мопеде со скоростью 40 км/ч, а вторую половину пути — на велосипеде со скоростью 10 км/ч. Чему равна средняя скорость Игоря?

- 1.55.** Турист прошёл пешком 12 км со скоростью 5 км/ч, а потом проехал на автомобиле некоторое расстояние со скоростью 70 км/ч. Чему равно это расстояние, если средняя скорость туриста оказалась равной 40 км/ч?

ТРЕТИЙ УРОВЕНЬ



- 1.56.** Миша сначала ехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч, а потом шёл пешком со скоростью 5 км/ч. Чему равно отношение времени ходьбы к времени езды, если средняя скорость Миши оказалась равной 9 км/ч?

Решение. Обозначим $t_{\text{п}}$ и $t_{\text{в}}$ времена ходьбы пешком и езды на велосипеде соответственно, $l_{\text{п}}$ и $l_{\text{в}}$ — пути,

которые Миша прошёл и проехал, $v_{\text{п}}$ и $v_{\text{в}}$ — скорости ходьбы и езды. Тогда $v_{\text{ср}} = \frac{v_{\text{п}}t_{\text{п}} + v_{\text{в}}t_{\text{в}}}{t_{\text{п}} + t_{\text{в}}}$. Перепишем это

уравнение в виде $v_{\text{ср}} = \frac{v_{\text{п}}x + v_{\text{в}}}{x + 1}$, где $x = \frac{t_{\text{п}}}{t_{\text{в}}}$. Решая его,

находим $x = \frac{v_{\text{в}} - v_{\text{ср}}}{v_{\text{ср}} - v_{\text{п}}}$. Подставляя данные из условия,

получаем $\frac{t_{\text{п}}}{t_{\text{в}}} = 1,5$.

Ответ. 1,5.

- 1.57.** Какую часть всего времени движения Юра прошёл пешком со скоростью 5 км/ч, а какую часть — проехал на велосипеде со скоростью 20 км/ч, если его средняя скорость оказалась равной 10 км/ч?
- 1.58.** Поезд некоторое время ехал со скоростью 60 км/ч, а потом вдвое дольше ехал с большей скоростью. Чему равна эта скорость, если средняя скорость поезда оказалась равной 80 км/ч?
- 1.59.** Третью всего пути Женя прошёл пешком со скоростью 6 км/ч, а оставшийся путь проехал на велосипеде. С какой скоростью он ехал, если его средняя скорость оказалась равной 10 км/ч?
- 1.60.** Петя 3 ч ехал на велосипеде со скоростью 20 км/ч, а потом некоторое время ехал на мотоцикле со скоростью 60 км/ч. Сколько времени он ехал на мотоцикле, если его средняя скорость оказалась равной 30 км/ч?
- 1.61.** Костя 5 ч ехал в автобусе со скоростью 50 км/ч, а потом проехал некоторое расстояние на поезде со скоростью 80 км/ч. Какое расстояние он проехал на поезде, если его средняя скорость оказалась равной 60 км/ч?

СОДЕРЖАНИЕ

Об этом учебном пособии	3
МЕХАНИКА	4
Система отсчёта, траектория, путь и перемещение	8
Прямолинейное равномерное движение	10
Сложение скоростей	14
Средняя скорость	21
Прямолинейное равноускоренное движение	24
Свободное падение и движение тела, брошенного вертикально вверх	38
Равномерное движение по окружности	45
Законы Ньютона	50
Силы упругости	54
Вес тела	59
Силы тяготения	68
Силы трения	71
Равномерное движение тела по окружности в горизонтальной плоскости	82
Тело на наклонной плоскости	86
Движение системы тел	93
Импульс. Закон сохранения импульса	99
Механическая работа	108
Мощность	115
Потенциальная и кинетическая энергия	118
Закон сохранения энергии в механике	125
Неравномерное движение тела по окружности в вертикальной плоскости	133
Изменение механической энергии вследствие трения или сопротивления среды	142
Разрывы, удары, столкновения	145
Условия равновесия тела	149
Механические колебания	162
Механические волны	172

ОПТИКА	176
Прямолинейное распространение света	179
Отражение света	183
Изображение в зеркале	187
Преломление света	192
Линзы	195
Глаз и оптические приборы	210
 АТОМНАЯ ФИЗИКА	 213
Строение атома и атомного ядра	214
Ядерные реакции	216
 Ответы	 222