

1.4. Прямолинейное равнопеременное движение

1.4.1. Подъезжая к светофору со скоростью $v = 10$ м/с, автомобиль тормозит и останавливается в течение $t = 4$ с. Считая движение автомобиля равноускоренным, найдите его ускорение.

1.4.2. Найдите скорость ракеты спустя $t = 7$ мин после старта, если ракета движется с ускорением $a = 17$ м/с². На старте, вследствие вращения Земли, у ракеты полезная начальная скорость $v_0 = 0,3$ км/с.

1.4.3. При посадочной скорости $v_0 = 270$ км/ч длина пробега самолета $s = 1$ км. Определите ускорение и время пробега самолета, считая его движение равнозамедленным и конечную скорость $v = 0$.

1.4.4. С каким ускорением должен двигаться автомобиль, чтобы на пути $s = 20$ м он увеличил скорость от $v_1 = 18$ км/ч до $v_2 = 36$ км/ч?

• **1.4.5.** При прямолинейном равноускоренном движении тела его скорость в течение первых двух секунд движения ($t_1 = 2$ с) увеличилась в $n = 5$ раз. Во сколько раз увеличится скорость тела за первые $t_2 = 6$ с движения?

1.4.6. Пуля, летевшая со скоростью $v = 400$ м/с, попала в земляной вал и проникла на глубину $s = 40$ см. Определите:

а) скорость пули на глубине $s_1 = 20$ см;

б) глубину, на которой скорость пули уменьшилась в $n = 2$ раза;

в) скорость пули к моменту, когда она прошла $\eta = 40\%$ тормозного пути. Движение пули считать равнозамедленным.

1.4.7. Известно, что автомобиль за $t = 10$ с прошел путь $s = 250$ м, причем его скорость увеличилась в $n = 5$ раз. Определите:

а) ускорение автомобиля, считая его постоянным;

б) его начальную скорость.

1.4.8. Мотоциклист тормозит с постоянным ускорением $a = 1$ м/с². Мимо поста ДПС он проезжает со скоростью $v = 36$ км/ч. На каком расстоянии от поста он находился $t = 10$ с назад? Какой была его начальная скорость?

1.4.9. Автомобиль, движущийся равноускоренно с начальной скоростью $v_0 = 36$ км/ч, пройдя некоторый путь, приобретает скорость $v = 108$ км/ч. Какова была скорость автомобиля в тот момент времени, когда он прошел половину пути?

1.4.10. Мотоциклист стартует с постоянным ускорением $a = 2$ м/с². Какой путь он пройдет за первую, вторую, седьмую секунды движения?

• **1.4.11.** Как относятся пути, проходимые телом за $\Delta t = 1$ с при равноускоренном движении, если начальная скорость равна нулю?

• **1.4.12.** Двигаясь равноускоренно, тело проходит путь $s_1 = 2$ м за первые $t_1 = 4$ с, а следующий участок длиной $s_2 = 4$ м — за $t_2 = 5$ с. Определите ускорение тела.

• **1.4.13.** Первую часть пути $l_1 = 20$ м материальная точка прошла за время $t_1 = 20$ с. Последнюю часть пути $l_2 = 20$ м точка прошла за время $t_2 = 5$ с. Считая, что в момент времени $t_0 = 0$ скорость точки $v_0 = 0$, найдите весь путь точки, если ее движение было равноускоренным.

• **1.4.14.** Пассажир стоит на платформе около передней площадки второго вагона электрички и замечает, что этот вагон, тронувшись с места, проходит мимо него в течение $t_1 = 5$ с. За какое время мимо пассажира пройдет шестой вагон?

• **1.4.15.** Время отправления электрички по расписанию 12⁰⁰. У человека, стоящего на перроне, на часах 12⁰⁰, но мимо него уже начинает проезжать предпоследний вагон электрички, который движется мимо него в течение $t_1 = 10$ с. Последний вагон проходит мимо человека на перроне за $t_2 = 8$ с. Полагая, что электричка отправилась вовремя и движется равноускоренно, определите, на сколько отстают его часы.

• **1.4.16.** Кабина лифта начинает подниматься равноускоренно и за первые $t_1 = 4$ с движения достигает скорости $v = 4$ м/с. С этой скоростью лифт движется в течение $t_2 = 8$ с, а за последние $t_3 = 3$ с лифт тормозит и останавливается.

1. Определите высоту подъема лифта и среднюю скорость его движения.

2. Постройте графики ускорения, скорости и перемещения.

1.4.17. Начальная скорость автомобиля $v_0 = 36$ км/ч, конечная — $v = 108$ км/ч. Определите среднюю скорость автомобиля, если известно, что первую половину пути он двигался равномерно, а вторую — равноускоренно.

• **1.4.18.** Какое минимальное ускорение должны обеспечить двигатели звездолета, чтобы полет к ближайшей звезде α -Центавра и обратно уложился в $t = 60$ лет? Считать, что длина траектории в один конец составит $s = 4,73 \cdot 10^{16}$ м, а весь полет будет состоять из двукратного разгона и двукратного торможения. Парадокс времени («сжимаемость» времени при больших скоростях) не учитывать.

• **1.4.19.** Закон движения тела имеет вид: $x = 15t + 0,4t^2$. Определите: а) начальную координату и начальную скорость тела; б) координату и скорость тела в момент времени $t = 5$ с; в) среднюю скорость и путь, пройденный телом за первые $t = 5$ с движения.

• **1.4.20.** Закон движения материальной точки имеет вид: $x = 5 + 4 - 2t^2$. Найдите путь, пройденный точкой, к моменту времени $t_1 = 3$ с.

1.4.21. Материальная точка движется по закону $x = 2 - 4t + t^2$ и к некоторому моменту времени проходит путь $s = 11$ м. Какое время двигалась точка и какой была ее максимальная скорость за время движения, если она начала двигаться в момент времени $t_1 = 1$ с?

1.4.22. Материальная точка движется вдоль оси X согласно графику, изображенному на рисунке 1.4.1. Найдите: а) перемещение; б) путь; в) среднюю скорость перемещения точки за время от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 4$ с. Запишите закон движения этой точки.

1.4.23. Две машины в момент времени $t = 0$ выехали из пункта A в одном направлении по одной дороге. По графикам зависимости скоростей машин от времени (рис. 1.4.2) определите время и путь, пройденный каждой машиной до их встречи.

1.4.24. Зависимость ускорения тела от времени приведена на рисунке 1.4.3. Начертите графики зависимостей скорости, перемещения, координаты тела от времени. В момент времени $t = 0$ скорость тела $v_0 = 4$ м/с, координата $x_0 = 0$. Найдите среднюю скорость перемещения и среднюю путевую скорость за первые $\Delta t = 6$ с движения.

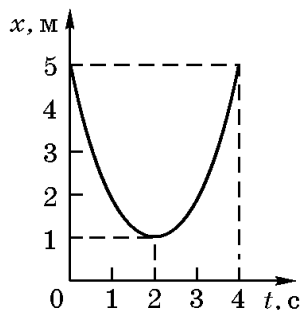


Рис. 1.4.1

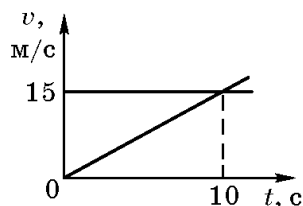


Рис. 1.4.2

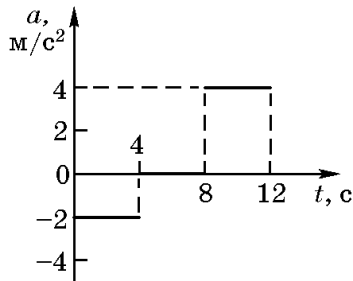


Рис. 1.4.3

1.4.25. Два тела, расстояние между которыми $l = 60$ м, начинают двигаться одновременно в одном направлении. Первое тело движется равномерно со скоростью $v = 4$ м/с, а второе, догоняющее первое, — с ускорением $a = 2$ м/с². Через какое время они встретятся?

1.4.26. Два тела, расстояние между которыми $l = 128$ м, начинают одновременно двигаться навстречу друг другу: первое — из состояния покоя с ускорением $a_1 = 2$ м/с², второе — с начальной скоростью $v_0 = 30$ м/с равнозамедленно с ускорением $a_2 = 1$ м/с². Через какое время они встретятся?

1.4.27. Два автомобиля начинают одновременно двигаться с одинаковой скоростью из пункта A в пункт B . Первый движется равномерно по прямой дороге AB , второй — по объездной дороге ACB (рис. 1.4.4). Скорость второго к концу пути AC увеличивается вдвое, а при подходе к пункту B скорость его уменьшается до первоначального значения. Какой из автомобилей придет в пункт B раньше и во сколько раз? Считать треугольник дорог (ACB) равносторонним.

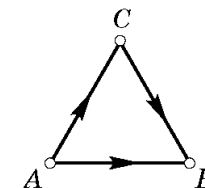


Рис. 1.4.4

1.4.28. Законы движения двух автомобилей имеют соответственно вид: $x_1 = 3t + 0,4t^2$ и $x_2 = 80 - 20t$. Найдите время и место их встречи. Где будет находиться первый автомобиль, когда координата второго $x_2 = 0$?

1.4.29. Два мотоциклиста движутся так, что их координаты изменяются по законам: $x_1 = 10 + 0,5t^2$ и $x_2 = 10t$. Определите их относительную скорость в момент встречи.

1.4.30. Два мотоциклиста одновременно выезжают навстречу друг другу из пунктов A и B , находящихся на склоне горы. Расстояние между пунктами $l = 300$ м. Первый мотоциклист поднимается в гору равнозамедленно с начальной скоростью $v_1 = 30$ м/с, второй спускается с горы равноускоренно с начальной скоростью $v_2 = 10$ м/с. Модули ускорений одинаковы и равны $a = 2$ м/с². Найдите время и пути, пройденные каждым до встречи.

1.4.31. В момент, когда тронулся поезд, провожающий начал равномерно бежать по ходу поезда со скоростью $v_0 = 3,5$ м/с. Считая движение поезда равноускоренным, найдите его скорость в тот момент, когда провожающий поравняется с отъезжающим.

ОТВЕТЫ:

1.4.1. $a = \frac{v}{t} = 2,5 \text{ м/с}^2$.

1.4.2. $v = v_0 + at = 7,44 \text{ км/с}$.

1.4.3. $a = \frac{v_0^2}{2s} = 2,8 \text{ м/с}^2$; $t = \frac{2s}{v_0} = 26,7 \text{ с}$.

1.4.4. $a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s} \approx 1,9 \text{ м/с}^2$.

1.4.6. а) $v_1 = v \sqrt{1 - \frac{s_1}{s}} = 283 \text{ м/с}$;

б) $s_2 = \frac{s(n^2 - 1)}{n^2} = 30 \text{ см}$;

в) $v_2 = v \sqrt{1 - \eta} = 309,8 \text{ м/с}$.

1.4.7. а) $a = \frac{2(n-1)s}{(n+1)t^2} = 3,3 \text{ м/с}^2$;

б) $v_0 = \frac{2s}{(n+1)t} = 8,3 \text{ м/с}$.

1.4.8. $s = vt + \frac{at^2}{2} = 150 \text{ м}$;

$v_0 = v + at = 72 \text{ км/ч}$.

1.4.9. $v_1 = \sqrt{\frac{v_0^2 + v^2}{2}} = 80,5 \text{ км/ч}$.

1.4.10. $s_1 = 1 \text{ м}$; $s_2 = 3 \text{ м}$; $s_3 = 13 \text{ м}$.

1.4.17. $v_{\text{ср}} = \frac{2v_0(v_0 + v)}{3v_0 + v} = 48 \text{ км/ч}$.

1.4.21. $t \approx 5,2 \text{ с}$; $v \approx 16,6 \text{ м/с}$.

1.4.22. а) $\Delta x = 3 \text{ м}$; б) $s = 5 \text{ м}$;

в) $\langle v_x \rangle = 1 \text{ м/с}$; $x = 5 - 4t + 2t^2$.

1.4.23. $t = 20 \text{ с}$; $s = 300 \text{ м}$.

1.4.24. Рис. 7; $\langle v_x \rangle = -1,3 \text{ м/с}$;

$\langle v \rangle \approx 2,7 \text{ м/с}$.

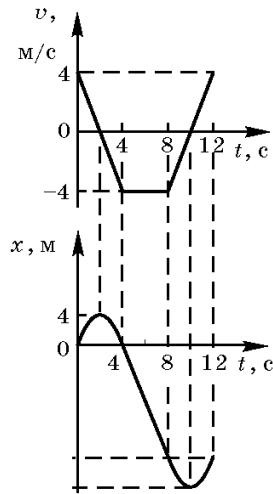


Рис. 7

1.4.25. $t = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2al}}{a} = 10 \text{ с}$

1.4.26.

$t = \frac{\sqrt{v_0^2 + 2(a_1 - a_2)l} - v_0}{a_1 - a_2} = 4 \text{ с}$.

1.4.27. Первый; в $\frac{4}{3}$ раза.

1.4.28. $t_{\text{встр}} \approx 3,3 \text{ с}$, $x_{\text{встр}} \approx 14,2 \text{ м}$;
 $x_1 = 18,4 \text{ м}$.

1.4.29. $v_{\text{отн1}} = 9,47 \text{ м/с}$; $v_{\text{отн2}} = 0,03 \text{ м/с}$.

1.4.30. $t = 10 \text{ с}$; $l_1 = 100 \text{ м}$; $l_2 = 200 \text{ м}$.

1.4.31. $v = 2v_0 = 7 \text{ м/с}$.