

Равноускоренное движение

Мгновенная скорость

Мгновенной скоростью движения называется **векторная** величина, равная **отношению** **перемещения** к малому промежутку **времени**, за которое это перемещение производится:

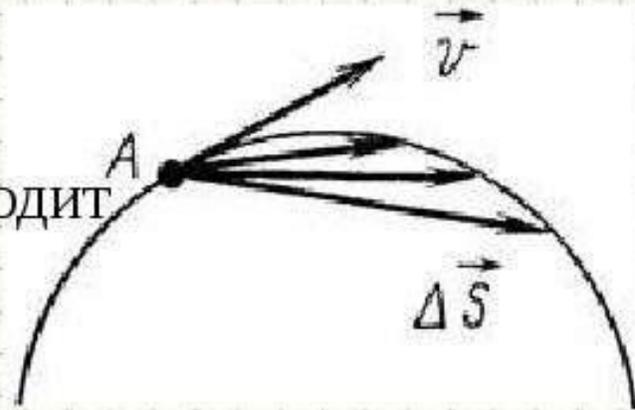
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

Мгновенная скорость — векторная величина.

При последовательном **уменьшении** длительности промежутка времени Δt направление вектора перемещения $\Delta \vec{s}$

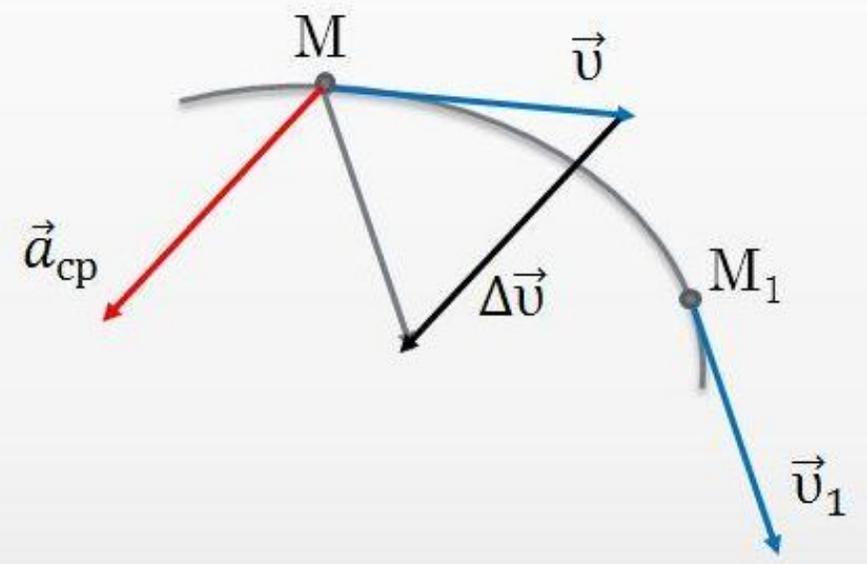
приближается к касательной в точке A траектории движения, через которую проходит тело в момент времени

Поэтому **вектор скорости лежит на касательной** к траектории движения тела в точке A и **направлен в сторону движения тела**

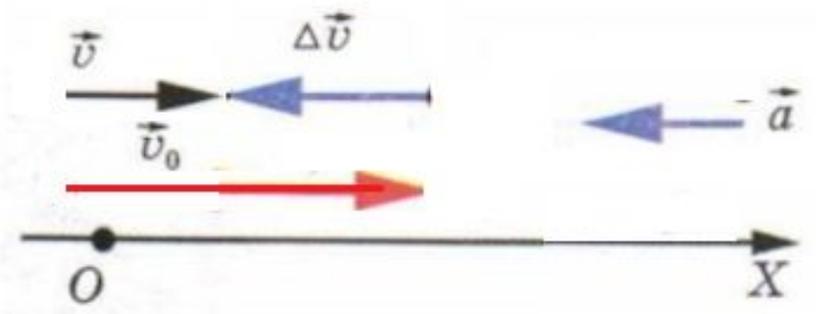
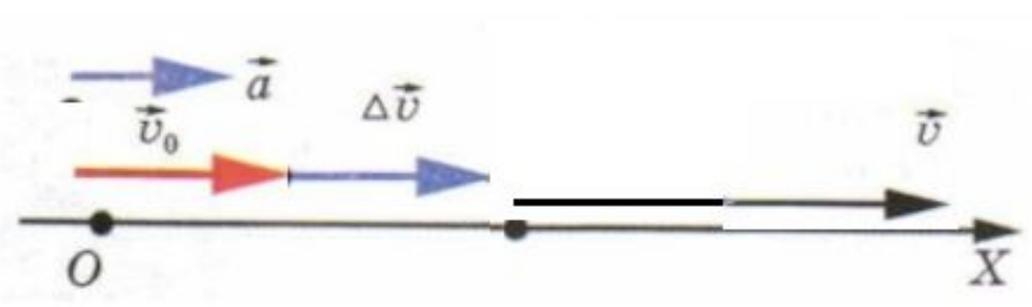


9И
9Т

Средним ускорением точки называется вектор, равный отношению вектора приращения скорости точки к промежутку времени Δt .

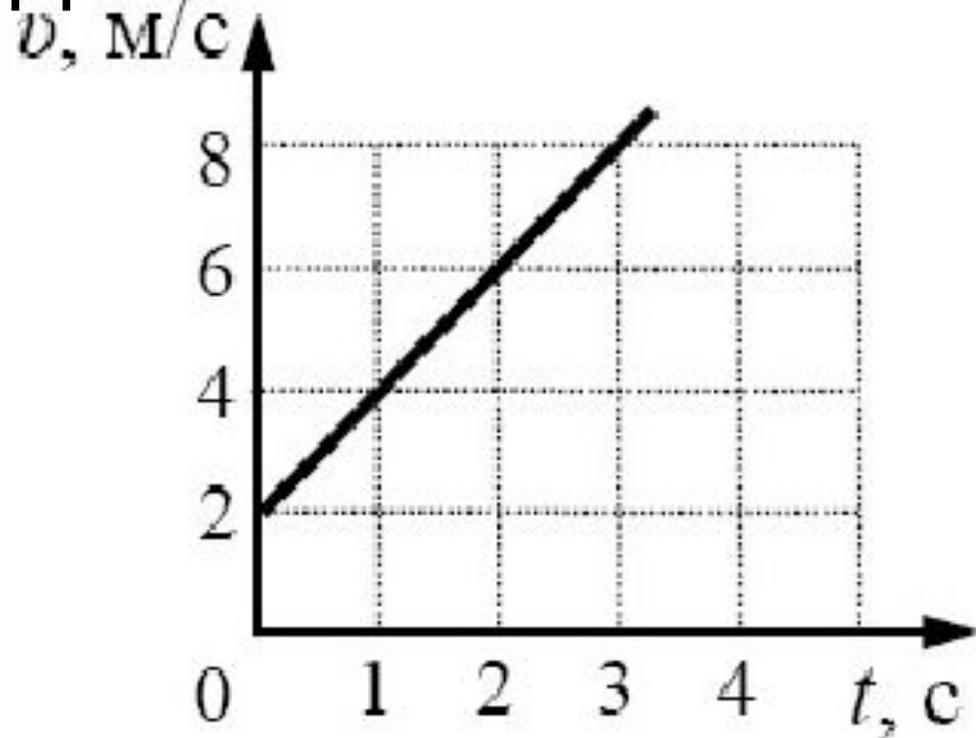


$$\vec{a}_{cp} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$



Прямолинейное равноускоренное

движение



- **Ускорение тела** при прямолинейном равноускоренном движении называется векторная физическая величина, равная отношению изменения скорости ко времени за которое это изменение произошло.

- $$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0} \quad [a] = \text{М/с}^2$$

- **Закон зависимости скорости от времени**
- $$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

32. Мотоцикл начал свое движение с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какую скорость он разовьет через 15 с после начала движения?

33. Автомобиль, двигаясь с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$, через 10 с достиг скорости 36 км/ч . Какой была начальная скорость автомобиля?

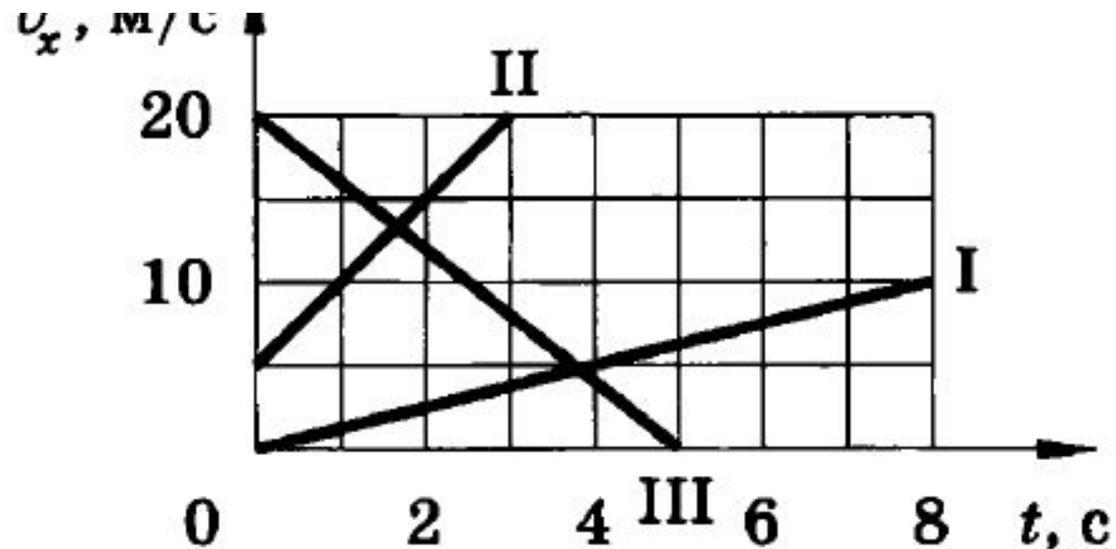
Задачи на скорость и ускорение (базовый уровень)

1.91. Поезд, трогаясь с места, через $t_1 = 10$ с приобретает скорость $v_1 = 0,6$ м/с. За какое время от начала движения скорость поезда станет равной $v_2 = 3$ м/с? Движение поезда считать равноускоренным.

1.92. Ускорение тела $a = 1$ м/с² и направлено противоположно его скорости. На какую величину изменится скорость тела за $t = 2$ с движения?

1.93. Тело, движущееся со скоростью $v_1 = 54$ км/ч, за $t = 2$ с уменьшило свою скорость до $v_2 = 7$ м/с. Определить ускорение тела.

По заданным на рисунке 18 графикам написать уравнения $v_x = v_x(t)$.



Вс
е

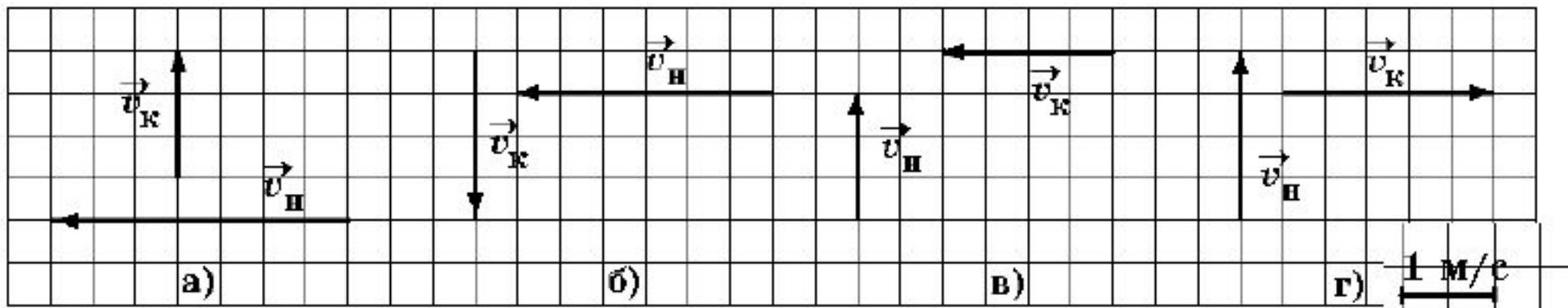
А3. По данным значениям начальной проекции скорости v_{OX} , проекции ускорения a_x и начального момента времени t_0 запишите уравнение зависимости проекции скорости от времени $v_x(t)$ и постройте график $v_x = v_x(t)$:

- а) $v_{OX} = 2,0$ м/с, $a_x = 1$ м/с², $t_0 = 0$; б) $v_{OX} = 0$, $a_x = 1,5$ м/с², $t_0 = 0$;
 в) $v_{OX} = -6$ м/с, $a_x = 0$, $t_0 = 0$; 3) $v_{OX} = -1$ м/с, $a_x = -0,5$ м/с², $t_0 = 2$ с.

9И
9Т

Б1. По данным векторам \vec{v}_H и \vec{v}_K (рис. 7.21) изобразите вектор $\Delta\vec{v} = \vec{v}_K - \vec{v}_H$ и определите $|\Delta\vec{v}|$. Масштаб скорости указан на чертеже.

Определите модуль ускорения и укажите его направление на рисунке, если $t = 10$ с



Домашнее задание 9А, 9В

Учебник Перышкин п.5, 6

А3. По данным значениям начальной проекции скорости v_{OX} , проекции ускорения a_x и начального момента времени t_0 запишите уравнение зависимости проекции скорости от времени $v_x(t)$ и постройте график $v_x = v_x(t)$:

д) $v_{OX} = 1,0$ м/с, $a_x = 0,5$ м/с², $t_0 = 1$ с; г) $v_{OX} = -3,0$ м/с, $a_x = 2$ м/с², $t_0 = 0$;

е) $v_{OX} = 2,0$ м/с, $a_x = -1$ м/с², $t_0 = 0$; ж) $v_{OX} = -2,0$ м/с, $a_x = 1$ м/с², $t_0 = 2$ с;

31. Через 30 с после начала движения космическая ракета достигла скорости 1,8 км/с. С каким ускорением двигалась ракета?

Ответ

60м/с²

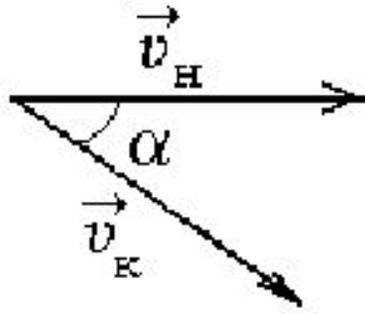


Рис. 7.25

В1. На рис. 7.25 указаны векторы \vec{v}_H и \vec{v}_K . Известно, что $|\vec{v}_H| = |\vec{v}_K| = 2,00$ м/с. Изобразите вектор изменения скорости $\Delta\vec{v}$ и вычислите $|\Delta\vec{v}|$, если угол α равен: а) 30° , б) 60° , в) 120° .

В2. На рис. 7.26 указаны векторы скорости \vec{v}_H и \vec{v}_K для тела, равномерно движущегося по окружности.

Известно, что $|\vec{v}_H| = |\vec{v}_K| = 2,50$ м/с. Определите $|\Delta\vec{v}|$, если угол α равен: а) 60° , б) 90° , в) 120° . Определите модуль среднего ускорения и укажите вектор ускорения на рисунке если $t = 4$ с

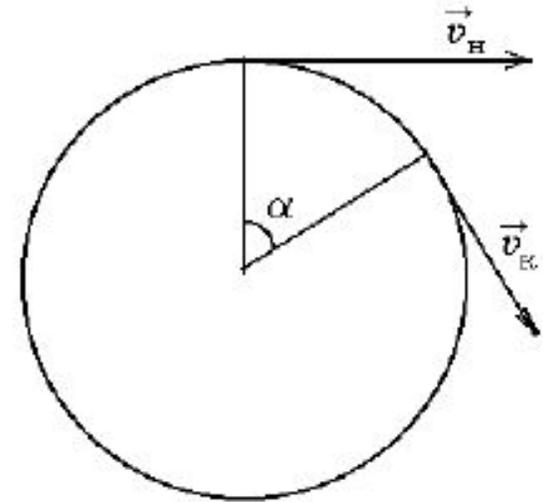


Рис. 7.26

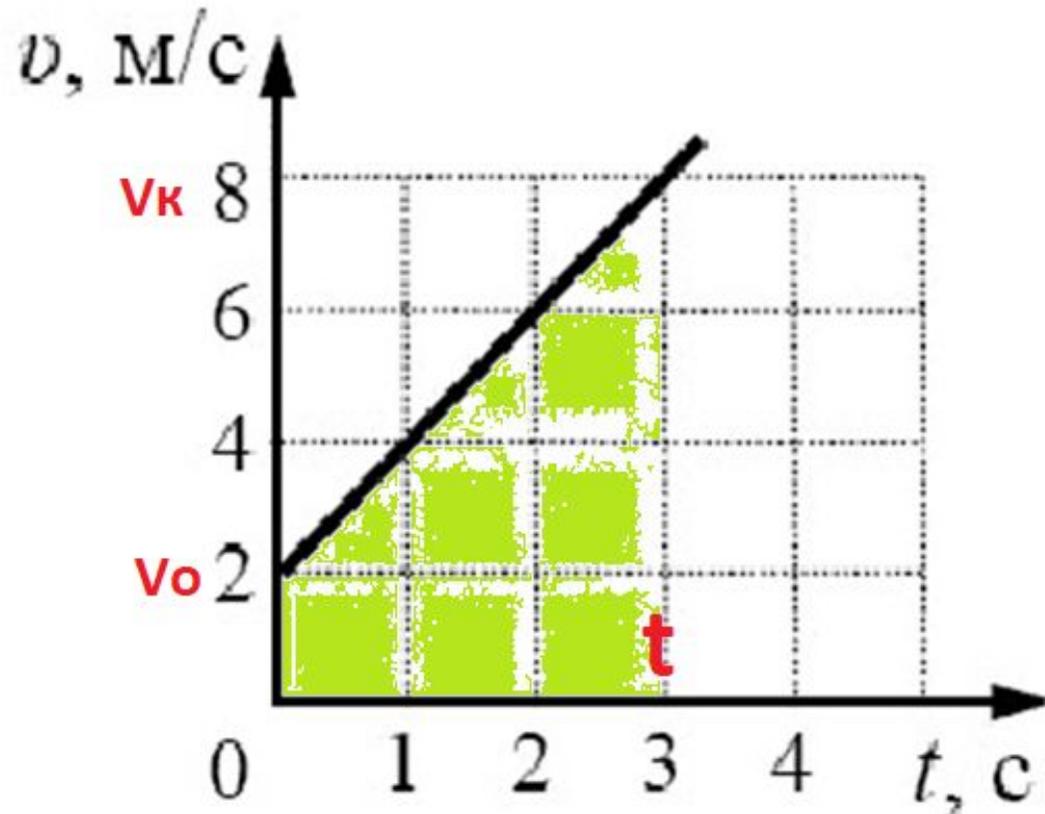
Домашнее задание 9И 9Т

- Учебник Перышкин п 5, 6; (Кикоин п.10, 11)
- Доделать задачи Б1, В1, В2 на слайдах 7 и 9

А3. По данным значениям начальной проекции скорости v_{OX} , проекции ускорения a_x и начального момента времени t_0 запишите уравнение зависимости проекции скорости от времени $v_x(t)$ и постройте график $v_x = v_x(t)$:

- д) $v_{OX} = 1,0$ м/с, $a_x = 0,5$ м/с², $t_0 = 1$ с; г) $v_{OX} = -3,0$ м/с, $a_x = 2$ м/с², $t_0 = 0$;
е) $v_{OX} = 2,0$ м/с, $a_x = -1$ м/с², $t_0 = 0$; ж) $v_{OX} = -2,0$ м/с, $a_x = 1$ м/с², $t_0 = 2$ с;

Перемещение при равноускоренном движении

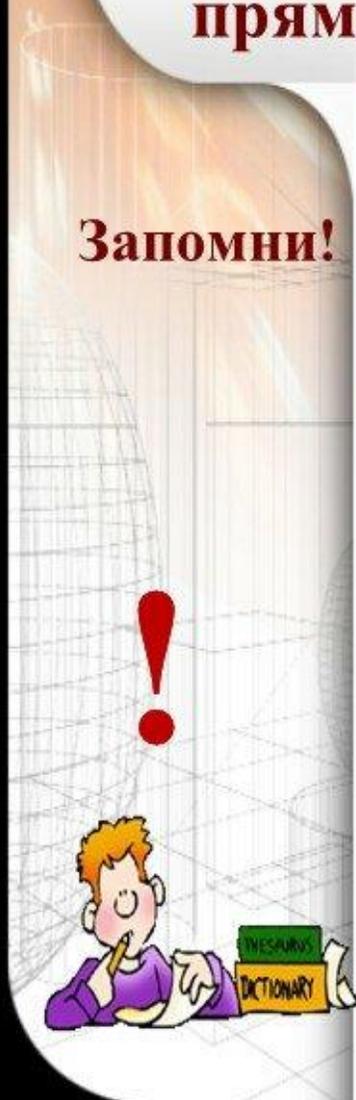


- По графику зависимости $V(t)$ перемещение можно найти как площадь фигуры под графиком
- Определите по данному графику путь за 3с.
- Выведите формулу для подсчета пути в общем виде.

Внимание к ОI Э! Нет
в кодификаторе(2) и
(3).

**Уравнения для определения проекции
вектора перемещения тела при его
прямолинейном равноускоренном движении**

Запомни!

$$S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \quad (1)$$
$$S_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t \quad (2)$$
$$S_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x} \quad (3)$$


**Законы равноускоренного движения
в координатном виде:**

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x_0 + V_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, \\ y = y_0 + V_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_x = V_{0x} + a_x t, \\ V_y = V_{0y} + a_y t. \end{array} \right.$$

Б8. По данному уравнению зависимости координаты от времени определите начальную координату x_0 , проекцию начальной скорости v_{Ox} , проекцию ускорения a_x и начальный момент времени t_0 (все величины в единицах СИ):

а) $x(t) = 2,0 + 3,0t + 4,0t^2$;

б) $x(t) = -3,5 + 4,5t + 2,7t^2$;

в) $x(t) = -18,2 - 16t + 0,32t^2$;

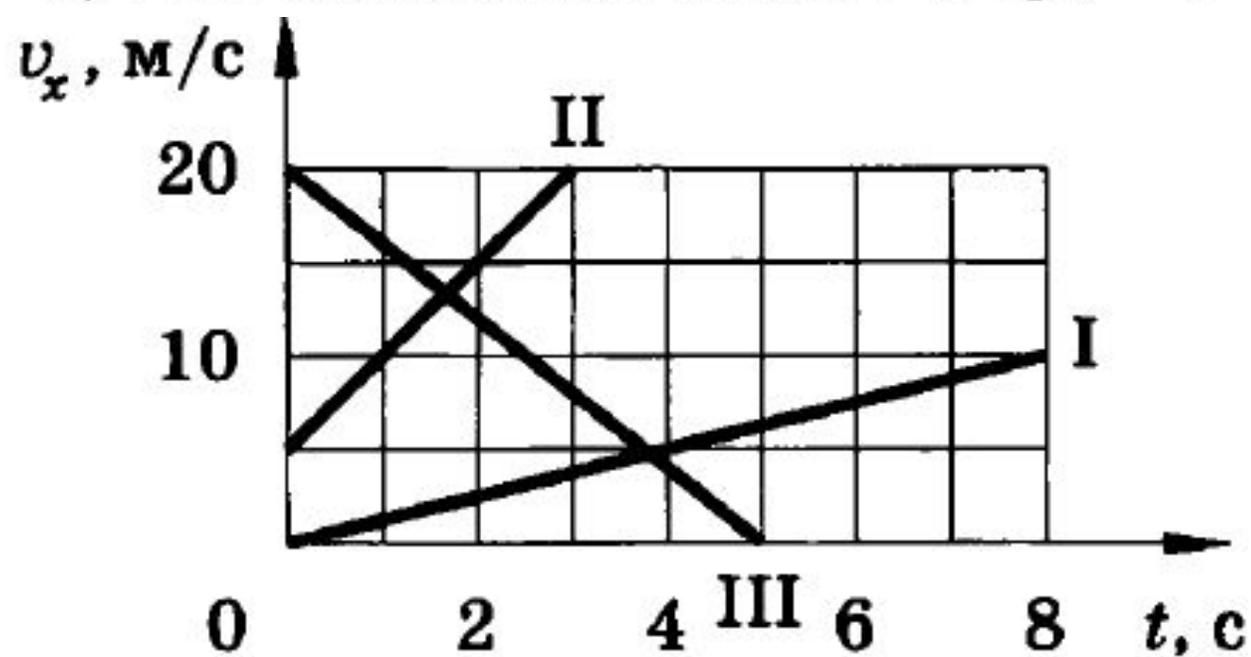
г) $x(t) = -16 - 100t - 2,4t^2$;

и) $x(t) = 6,8 + 8,9(t - 2) - 10,2(t - 2)^2$; к) $x(t) = 12,3 - 13,4(t + 2) - 45,6(t + 2)^2$.

В8. Зависимость скорости материальной точки от времени задана формулой $v_x = 6t$. Запишите уравнение $x = x(t)$, если в начальный момент ($t_0 = 0$) движущаяся точка находилась в начале координат ($x_0 = 0$). Вычислите путь, пройденный материальной точкой за 10 с. Точка движется по оси Ox .

81. Движения четырех материальных точек заданы следующими уравнениями соответственно: $x_1 = 10t + 0,4t^2$; $x_2 = 2t - t^2$; $x_3 = -4t + 2t^2$; $x_4 = -t - 6t^2$. Написать уравнение $v_x = v_x(t)$ для каждой точки; построить графики этих зависимостей; описать движение каждой точки.

82. Написать уравнения $x = x(t)$ для движений, графики скоростей которых даны на рисунке 18. Считать, что в начальный момент ($t = 0$) тела находятся в начале координат ($x = 0$).



9И
9Т

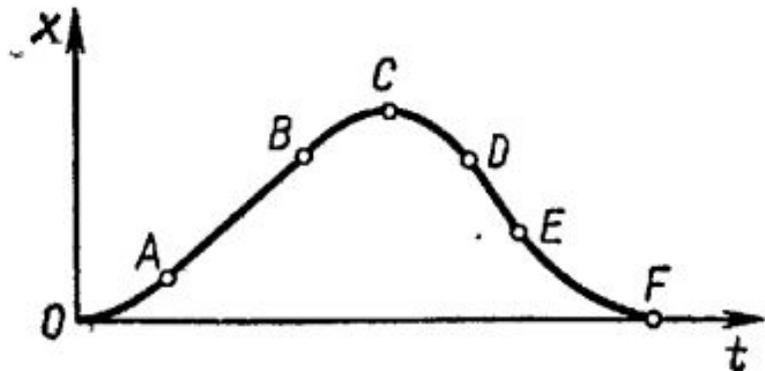


Рис. 14

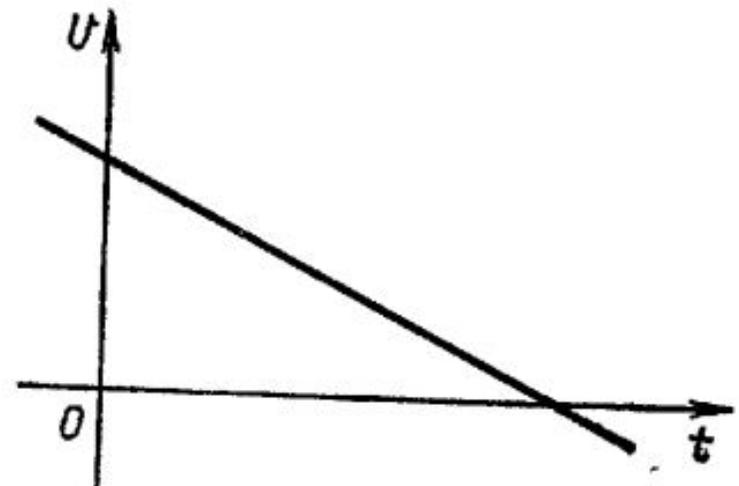


Рис. 15

- Рис 14. Построить график $S(t)$ и $V(t)$, если OA , BCE и EF – параболы AB и DE – прямые

- Рис 15. Построить $X(t)$ и $a(t)$

- Рис 16. Построить график $S(t)$ и $V(t)$

- Рис 17. Построить график $\vec{S}(t)$ и $a(t)$, если треугольнички OAB , BCE , DEK равны.

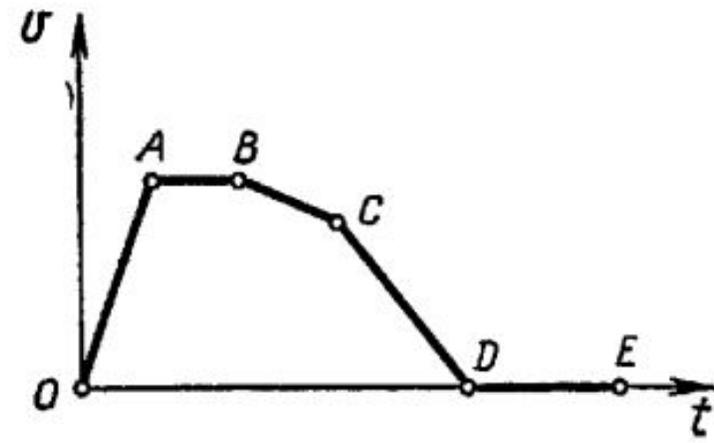


Рис. 16

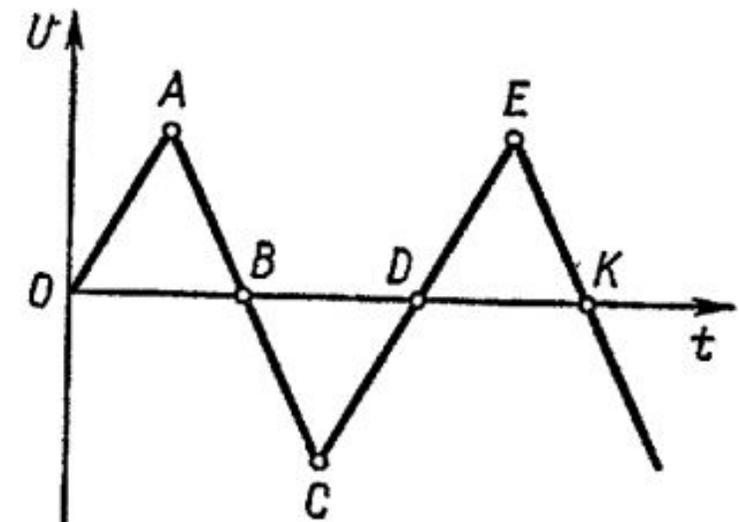


Рис. 17

86. Движения двух автомобилей по шоссе заданы уравнениями $x_1 = 2t + 0,2t^2$ и $x_2 = 80 - 4t$. Описать картину движения. Найти: а) время и место встречи автомобилей; б) расстояние между ними через 5 с от начала отсчета времени; в) координату первого автомобиля в тот момент времени, когда второй находился в начале отсчета.

87. В момент начала наблюдения расстояние между двумя телами равно 6,9 м. Первое тело движется из состояния покоя с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Второе движется вслед за ним, имея начальную скорость 2 м/с и ускорение $0,4 \text{ м/с}^2$. Написать уравнения $x = x(t)$ в системе отсчета, в которой при $t = 0$ координаты тел принимают значения, соответственно равные $x_1 = 6,9 \text{ м}$, $x_2 = 0$. Найти время и место встречи тел.

A8. Найдите скорость v указанных в таблице тел, приобретенную через время Δt , и путь s , пройденный за это время. Считать начальную скорость для всех тел равной нулю.

№	Тело	$a, \text{ м/с}^2$	$t, \text{ с}$
1	Пассажирский лифт	0,620	3,70
2	Трамвай	0,810	9,40
3	Автомобиль	0,960	8,70
4	Пуля в стволе автомата	616000	0,00116
5	Поезд в метро	1,24	19,1
6	Самолет при разбеге	1,650	52,00

A9. Автомобиль, имея начальную скорость $v_n = 10 \text{ м/с}$, начал увеличивать скорость, двигаясь с ускорением $a = 2,0 \text{ м/с}^2$ в течение времени $\Delta t = 10 \text{ с}$. Какой путь прошел за это время автомобиль?

Домашнее задание 9А, 9В, 9И, 9Т

1.101. Тело, первоначально движущееся прямолинейно со скоростью $v_0 = 4$ м/с, начинает двигаться с ускорением в том же направлении и за время $t = 5$ с проходит путь $s = 70$ м. Найти ускорение тела.

1.102. Пуля, летящая со скоростью $v_0 = 400$ м/с, ударяет в земляной вал и проникает в него на глубину $s = 36$ см. Определить: а) какое время t она движется внутри вала; б) ускорение a ; в) скорость v_1 на глубине $s_1 = 18$ см; г) на какой глубине s_2 скорость пули уменьшится в $n = 3$ раза; д) скорость пули v_2 к моменту, когда она пройдет $\eta = 99\%$ своего пути. Движение пули считать равнозамедленным.

49. Движение двух автомобилей описывается следующими уравнениями: $x_1 = 2t + 0,2t^2$ и $x_2 = 80 - 4t$. Определите, когда и где произойдет встреча автомобилей. Найдите расстояние между ними через 5 с после начала движения.

$$1.101. a = \frac{2(l - v_0 t)}{t^2} = 4 \text{ м/с}^2.$$

$$1.102. \text{ а) } t = \frac{2s}{v_0} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ с;}$$

$$\text{ б) } a = \frac{v_0^2}{2s} \approx 2,2 \cdot 10^5 \text{ м/с}^2;$$

$$\text{ в) } v_1 = v_0 \sqrt{1 - s_1/s} = 282 \text{ м/с;}$$

$$\text{ г) } s_2 = s \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) = 0,32 \text{ м;}$$

$$\text{ д) } v_2 = v_0 \sqrt{1 - \eta} = 40 \text{ м/с.}$$

49. 10 с; в 40 м от точки начала движения 1-го автомобиля;

53. Двигаясь прямолинейно и равноускоренно, поезд преодолел участок склона со средней скоростью 15 м/с , увеличив на этом участке мгновенную скорость на 11 м/с . Вычислите мгновенную скорость, с которой поезд двигался на середине склона.

54. Мимо наблюдателя, стоящего на платформе, проходит поезд. Первый вагон поезда прошел мимо наблюдателя за 1 с , второй – за $1,5 \text{ с}$. Найдите ускорение поезда, считая его движение равнопеременным. Длина каждого вагона 12 м .

Добровольное!

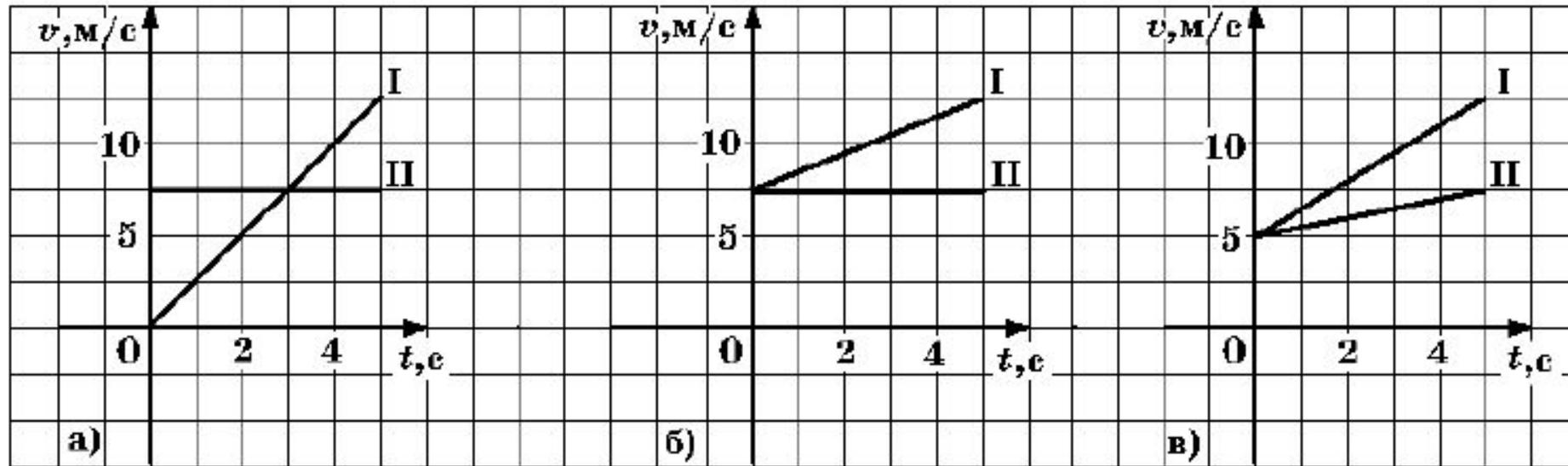
Экспериментальное задание на доп. оценку.

- *Повторите опыт описанный в задаче 54 на любой станции метро. Определите ускорение поезда.*
- *Удобнее проводить опыт с поездами серии ЕЖ. Встать с секундомером в начале платформы измерять во время отправления поезда. Данные о длине вагона возьмите из интернета.*
- *На практике поезд метро разгоняется только первые несколько секунд, за которые мимо наблюдателя успевают пройти не более 2х вагонов. Поэтому в качестве интервала удобнее брать расстояние между дверьми, а не полноценный вагон.*



Графики 9А, 9В

В4. По графикам на рис. 2.12 охарактеризуйте соответствующие движения (вид движения, начальная скорость, ускорение, время движения).

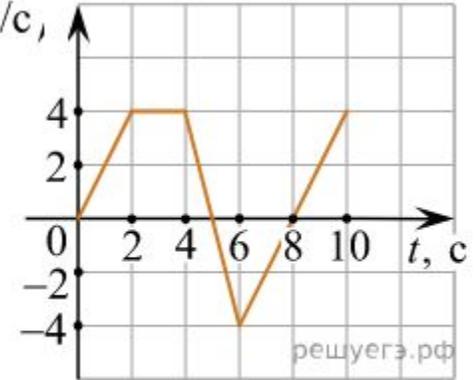
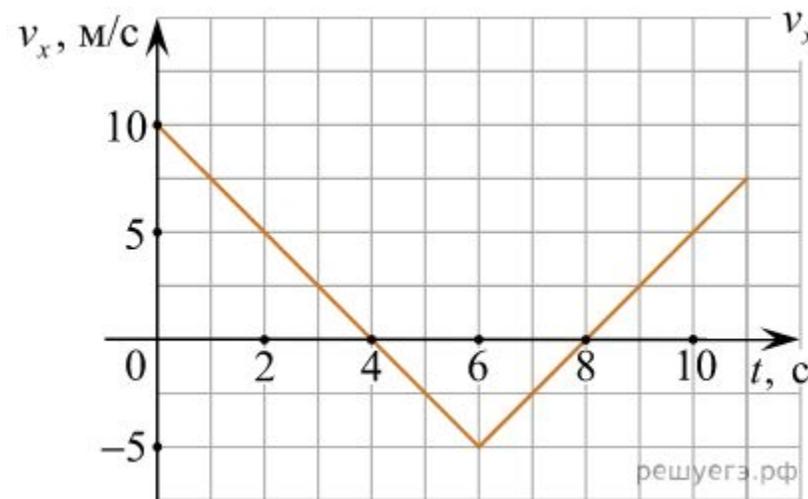
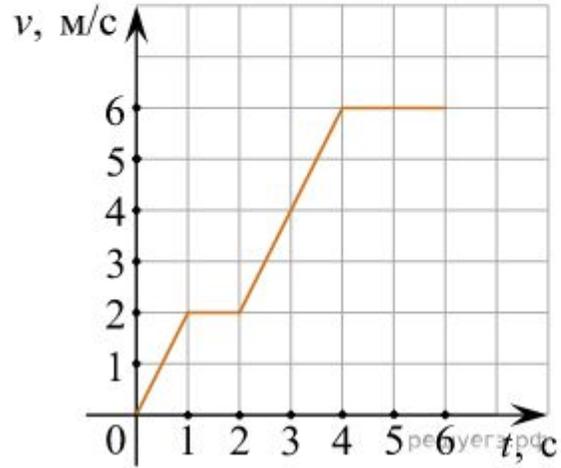
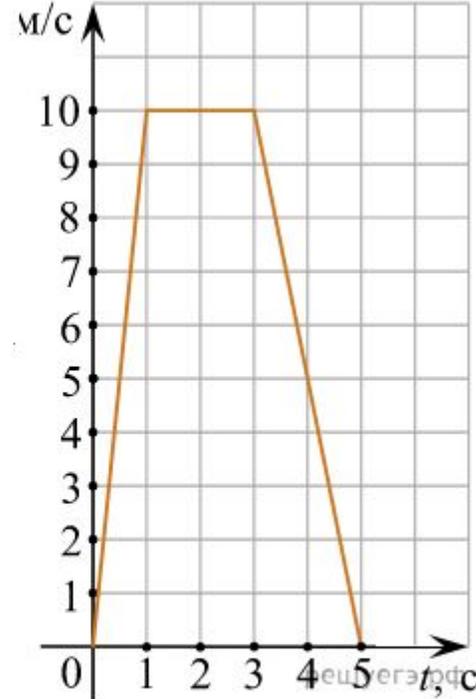
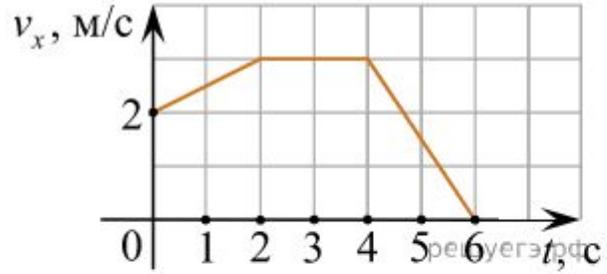


В5. По заданным на рис. 2.13 графикам напишите уравнения $v = v(t)$.

яв за

начальную координату $X=$

9А, 9В



- Определите путь и проекцию перемещения за 5с (первый график за 6с)

- Определите путь и проекцию перемещения за 8с

Графики равноускоренного движения задачи (1.104 только 9И, 9Т)

В каждой задаче постройте графики зависимости $v(t)$

1.103. Камень, брошенный по льду со скоростью $v_0 = 5$ м/с, останавливается на расстоянии $s = 25$ м от места бросания. Определить путь, пройденный камнем за первые $t_1 = 2$ с движения.

1.104. Автомобиль без начальной скорости начинает двигаться равноускоренно с ускорением a . Через время t от начала движения скорость автомобиля перестает изменяться. Определить путь автомобиля, пройденный им за время $2t$.

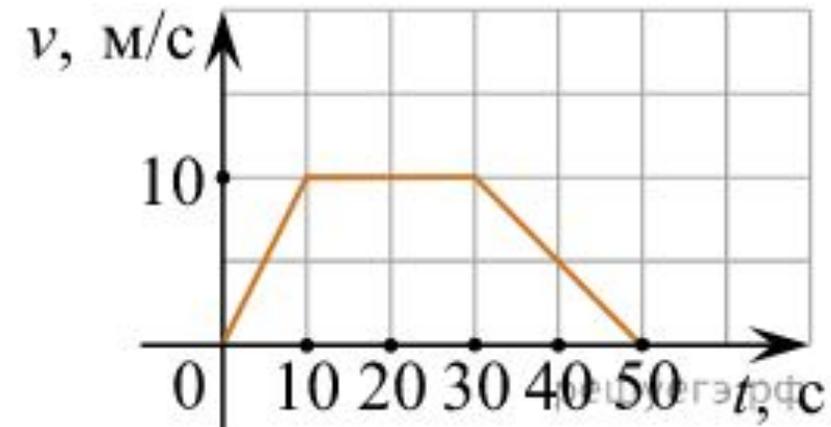
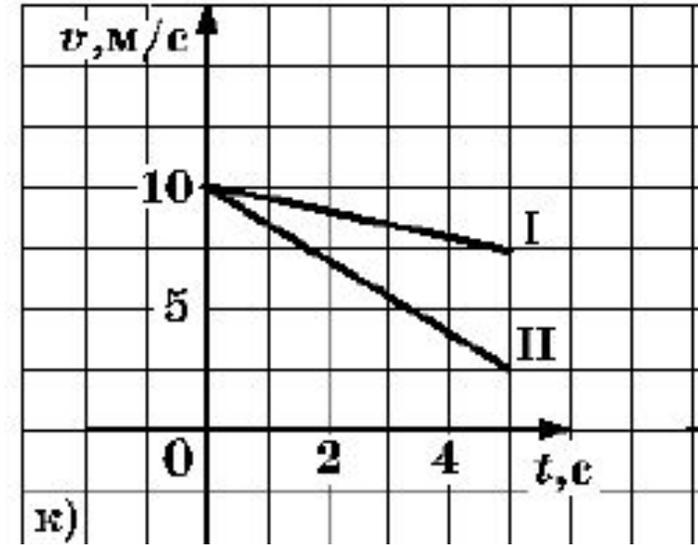
59. Самолет затрачивает на разбег 24 с. Рассчитайте длину разбега самолета и скорость в момент отрыва, если на половине длины разбега он имел скорость, равную 30 м/с.

1.107. Троллейбус отошел от остановки с ускорением $a = 0,2 \text{ м/с}^2$. Достигнув скорости $v = 36 \text{ км/ч}$, двигался, не меняя ее, в течение времени $t = 2 \text{ мин}$. Затем, равномерно замедляя движение, прошел до остановки путь $l = 100 \text{ м}$. Найти среднюю скорость движения на всем пути между остановками. Построить график зависимости скорости этого движения от времени.

1.108. Спортсмен пробежал расстояние $s = 100 \text{ м}$ за $t = 10 \text{ с}$, из которых он $t_1 = 2 \text{ с}$ потратил на разгон, а остальное время двигался равномерно. Чему равна его скорость v равномерного движения? средняя скорость $v_{\text{ср}}$?

Домашнее задание 9А, 9В

- 1) По первому графику записать уравнения $v(t)$,
 $x(t)$, считая $x(0)=2\text{м}$
- 2) По следующему графику определить путь, пройденный телом за 50с и проекцию ускорения на каждом участке.
- 3) Постройте график $v(t)$ и решите задачу 40
40. Кабина лифта поднимается в течение первых 7 с равноускоренно и достигает скорости 4 м/с. С этой скоростью она движется следующие 8 с, а последние 3 с – равнозамедленно. Определите перемещение кабины лифта за все время движения.



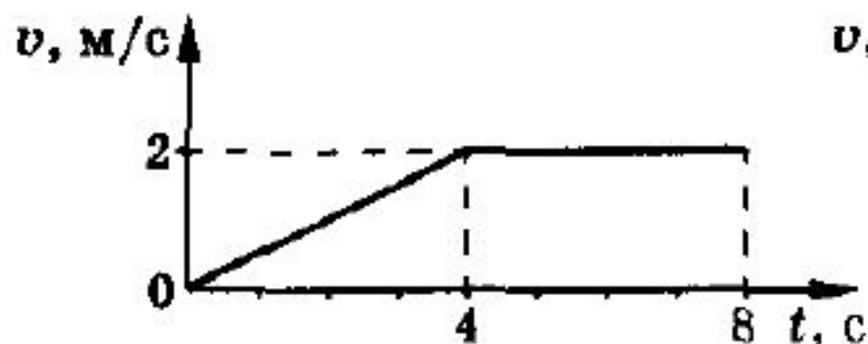


Рис. 1.18

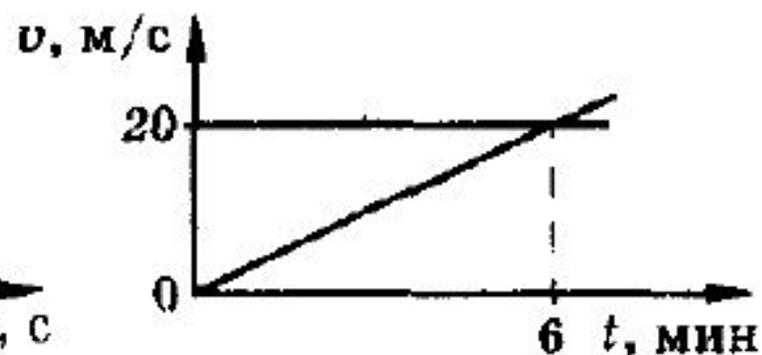


Рис. 1.19

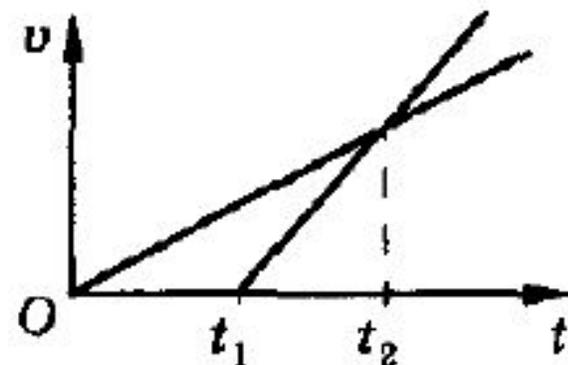


Рис. 1.20

1.127. По графику зависимости скорости от времени (рис. 1.18) определить среднюю скорость движения на первой половине пути.

1.128. Две машины в момент времени $t = 0$ вышли из пункта A в одном направлении. По графикам зависимости скорости машин от времени (рис. 1.19) определить время и путь, пройденный каждой машиной до встречи.

1.129. На рисунке 1.20 показаны графики скоростей двух точек, движущихся вдоль одной прямой от одного и того же начального положения. Известны моменты времени t_1 и t_2 . По истечении какого времени точки встретятся?

Домашнее задание 9И, 9Т

$$1.110. s = vt - 2l = 1100 \text{ м.}$$

$$1.117. t_1 = t(\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) = 0,47 \text{ с.}$$

- Задачи решать с применением графиков $v(t)$

1.110. Водитель автомобиля, движущегося со скоростью $v = 72$ км/ч, подъезжая к закрытому железнодорожному переезду, начал тормозить на расстоянии $l = 50$ м от него. У переезда машина стояла $t = 50$ с. После того как шлагбаум открыли, водитель набрал прежнюю скорость на том же отрезке пути. На сколько ближе к месту назначения оказался бы водитель автомобиля, если бы он ехал с прежней скоростью без остановки? Движение при разгоне и торможении считать равнопеременным.

1.117. Доска, разделенная на $n = 5$ равных отрезков, начинает скользить по наклонной плоскости. Первый отрезок прошел мимо отметки, сделанной на наклонной плоскости, в том месте, где находился передний край доски в начале движения, за время $t = 2$ с. За какое время пройдет мимо этой отметки последний отрезок доски? Движение доски считать равноускоренным.

Задачи на n -ю секунду $9И, 9Т$

55. Электropоезд из состояния покоя начинает двигаться с постоянным ускорением. Найдите отношение расстояний, пройденных за последовательные равные промежутки времени.

1.114. За какую секунду от начала движения путь, пройденный телом при равноускоренном движении, втрое больше пути, пройденного в предыдущую секунду, если движение происходит без начальной скорости?

1.115. Тело начинает двигаться из состояния покоя равноускоренно и за десятую секунду проходит путь $s_{10} = 38$ м. Найти путь, пройденный телом за двенадцатую секунду движения.

2.22. С каким ускорением движется тело, если за восьмую секунду после начала движения из состояния покоя оно проходит расстояние 30 м?

2.23. К какому моменту времени от начала движения путь, пройденный телом за последнюю секунду, в два раза больше пути, пройденного в предыдущую секунду, если движение происходит без начальной скорости?

2.24. Может ли путь, пройденный телом за последнюю секунду равноускоренного движения, быть равен пути, пройденному этим телом за предпоследнюю секунду? **

2.27. Тело, двигаясь равноускоренно, прошло за первую секунду путь $s_1 = 1$ м, за вторую $s_2 = 2$ м. Какой путь оно пройдет за третью секунду? С какой начальной скоростью двигалось тело?

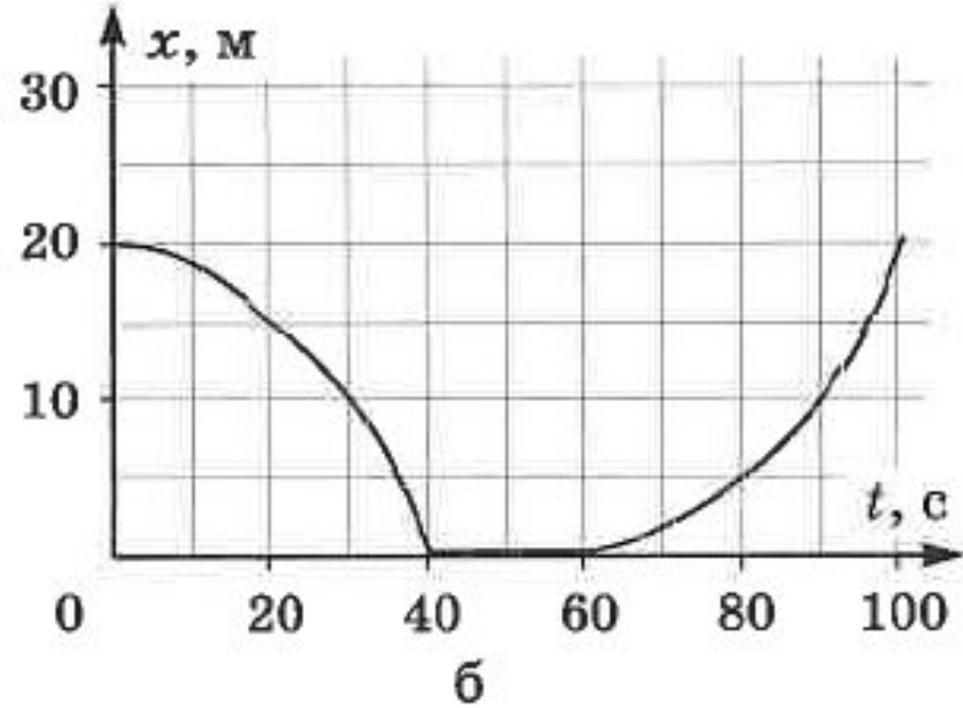
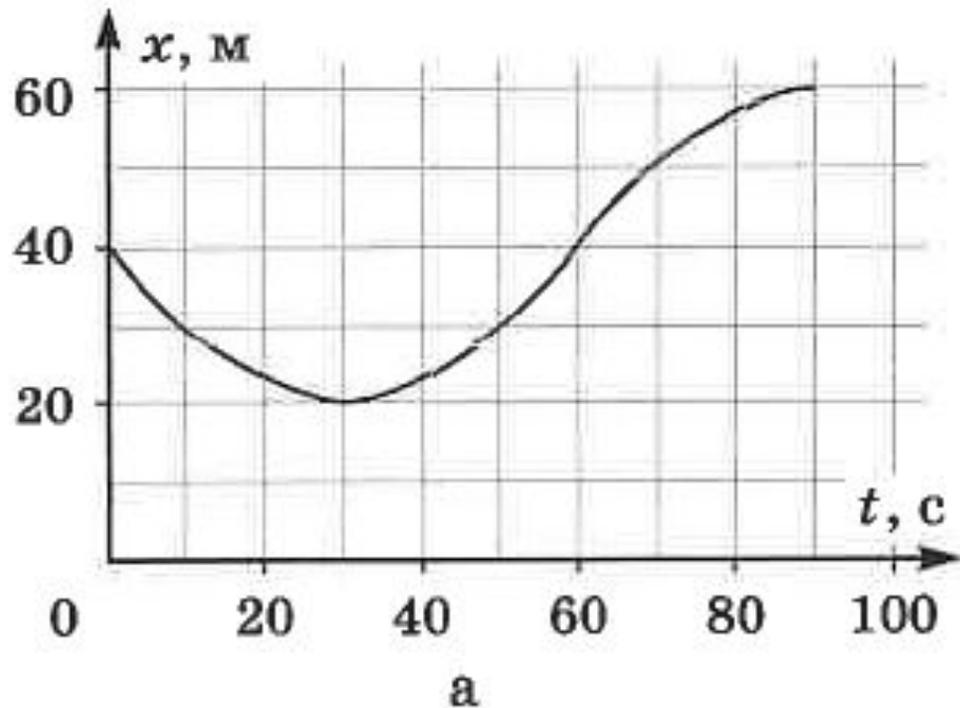
2.35. Первый вагон поезда, начавшего равноускоренное движение, прошел мимо наблюдателя, стоявшего у его начала, за 10 с. За какое время мимо него пройдут следующие 15 вагонов?

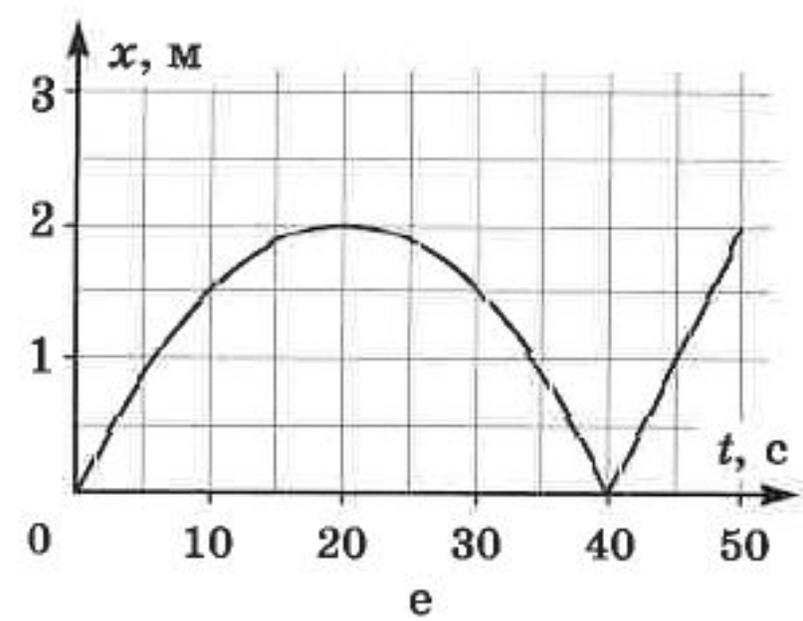
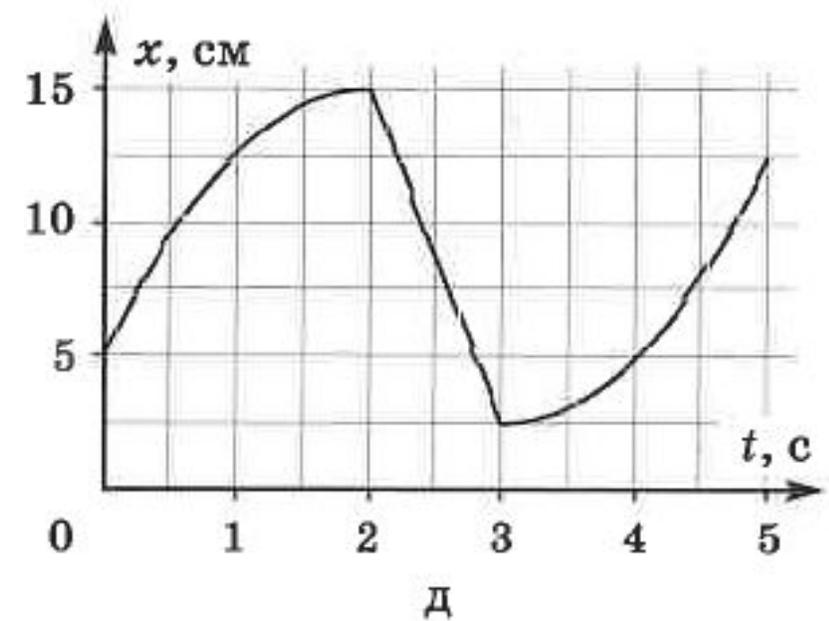
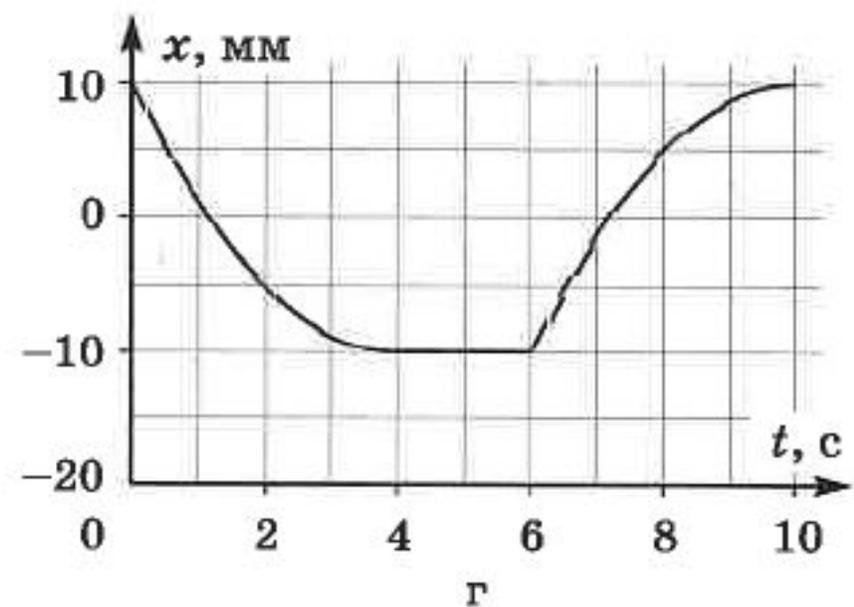
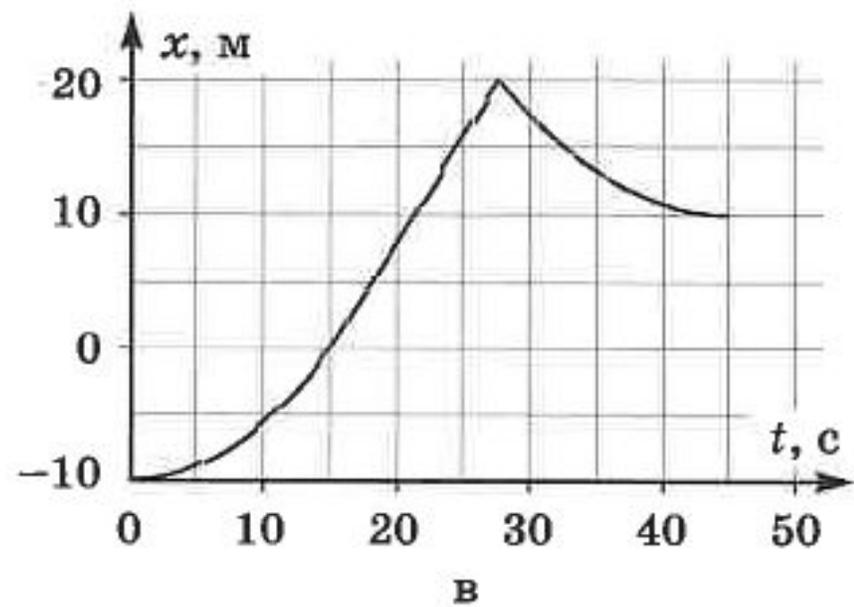
2.37. Электричка трогается и равноускоренно проходит мимо неподвижного пассажира. Первый вагон проезжает мимо него за время t_1 , а последний за время t_2 . За какое время мимо пассажира пройдет весь состав, если изначально пассажир стоял у его головы?

2.38. По расписанию время отправления электрички 12:00:00. На ваших часах тоже 12:00:00, но электричка уже находится в движении, и вы видите, что мимо проезжает предпоследний вагон, затрачивая на это 10 с. Следующий – последний вагон проходит мимо вас за 8 с. Электричка отправилась вовремя и движется равноускоренно. На сколько секунд отстают ваши часы?

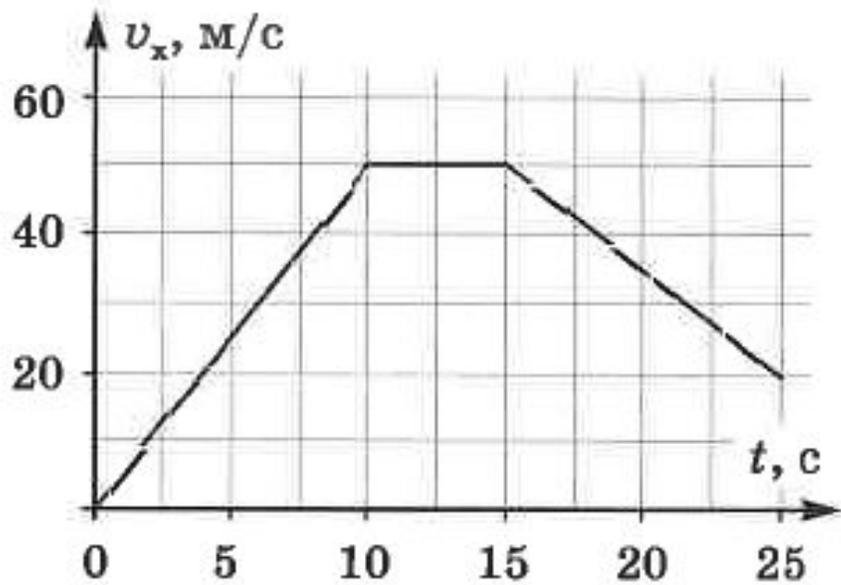
Практикум

- По данным графикам $x(t)$ постройте графики зависимости проекции перемещения $s_x(t)$, пути $l(t)$, проекции скорости $v_x(t)$, модуля скорости $v(t)$

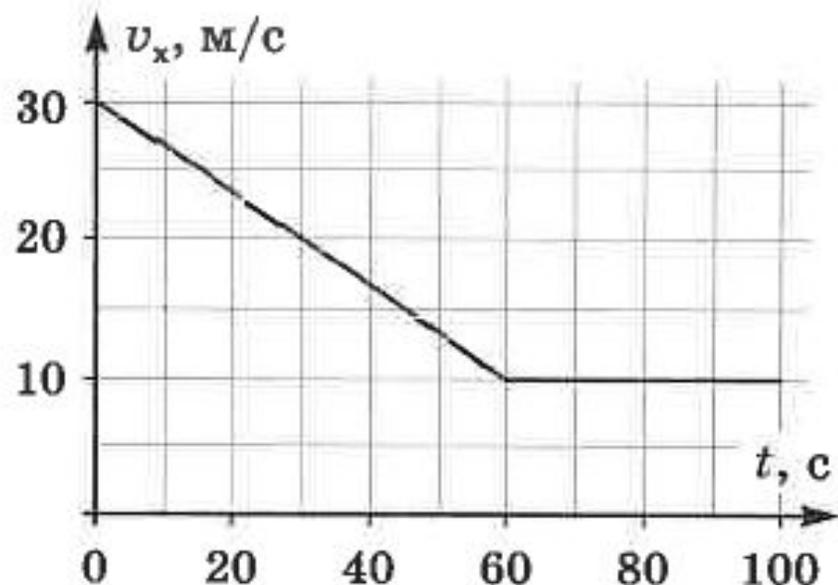




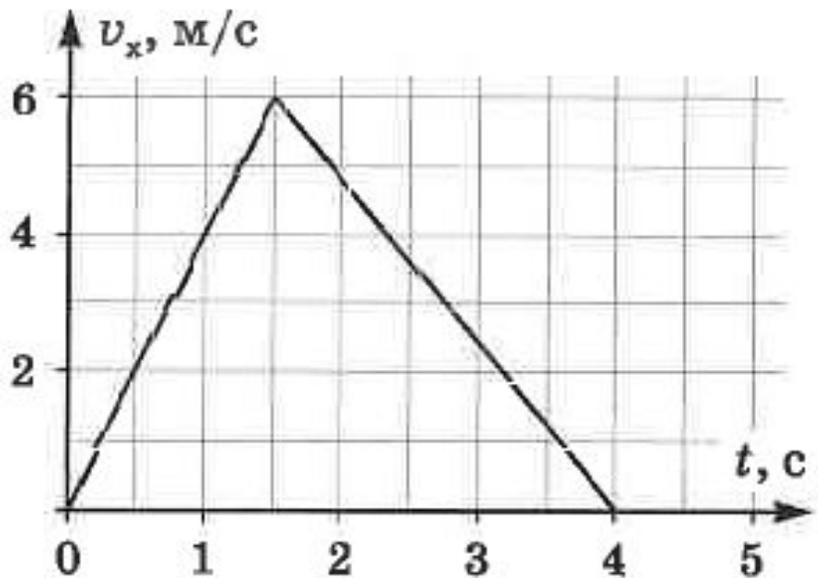
По данным графикам проекции скорости $v_x(t)$ постройте графики зависимости проекции перемещения $s_x(t)$, пути $l(t)$



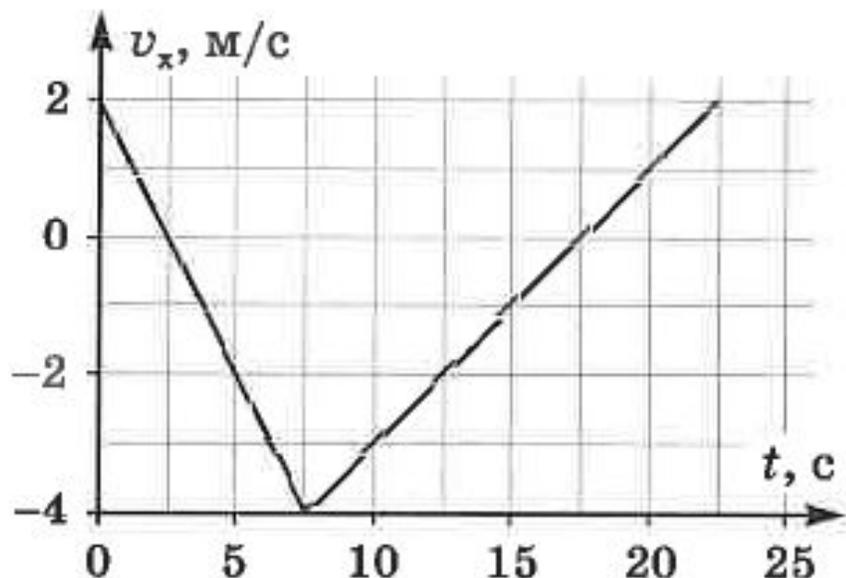
а



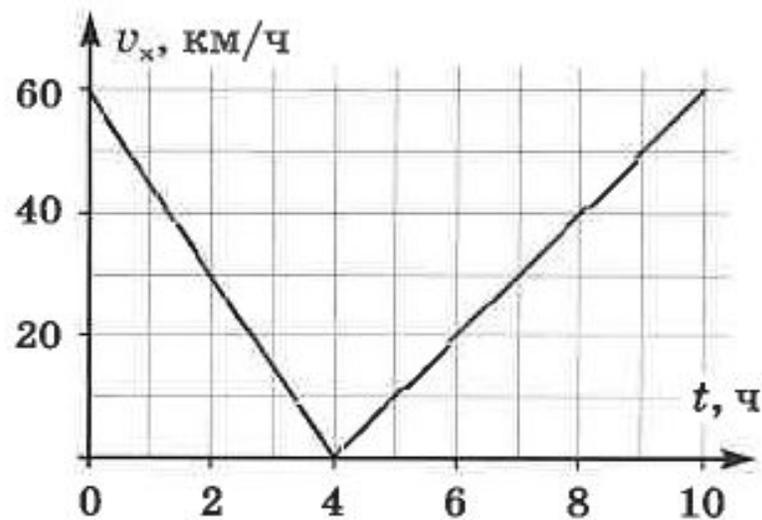
б



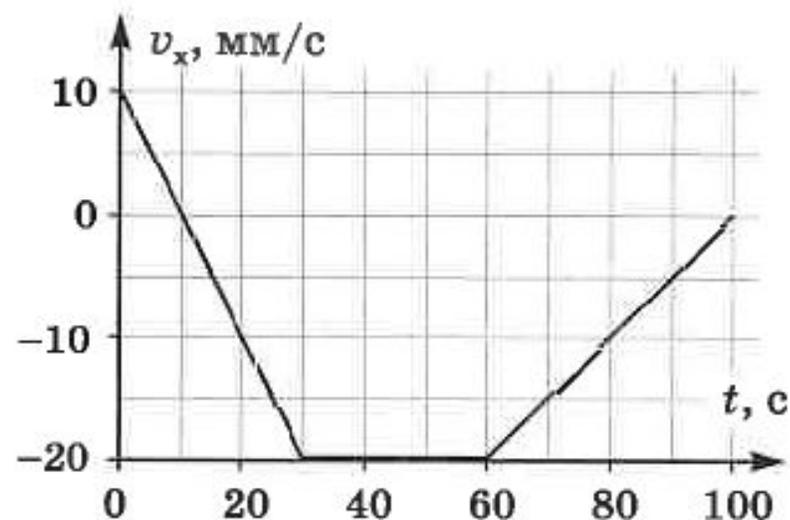
в



г

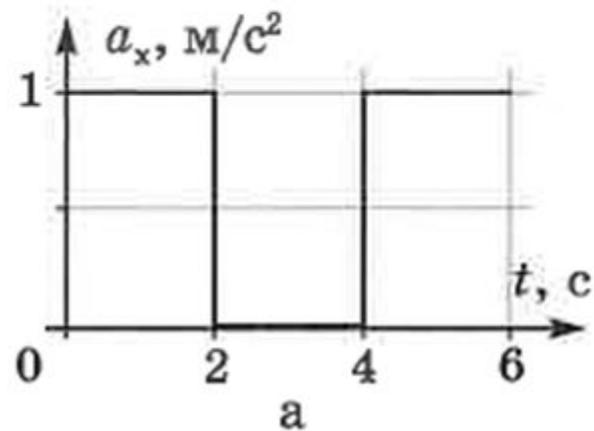


ж

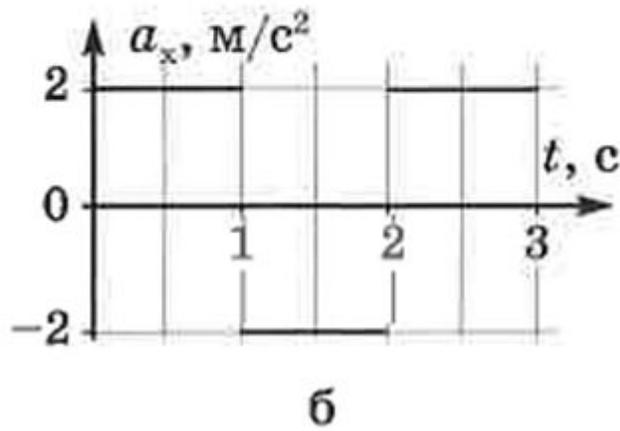


з

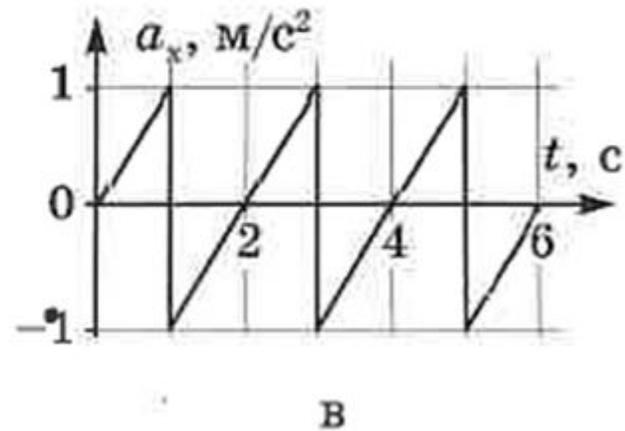
2.138. По графику зависимости от времени проекции ускорения изначально покоящегося тела постройте график зависимости проекции его скорости от времени. $v_0 = 0$



а



б



в

1.146. Тело с начальной скоростью $v_0 = 20$ м/с и ускорением $a_1 = 1$ м/с² начинает двигаться из некоторой точки по прямолинейной траектории. Через $t = 30$ с из той же точки вслед за первым телом начинает двигаться другое тело без начальной скорости с ускорением $a_2 = 2$ м/с². За какое время второе тело догонит первое?

1.147. Тело с начальной скоростью $v_1 = 3$ м/с и ускорением $a_1 = 0,2$ м/с² начинает двигаться из точки A по прямой в точку B , отстоящую от A на расстоянии $l = 3,46$ км. Через время $t_1 = 20$ с из точки B в точку A начинает равноускоренно двигаться второе тело с начальной скоростью $v_2 = 7$ м/с. Через время $t = 100$ с после начала движения первого тела они встретились. Найти ускорение и скорость второго тела в момент встречи.

1.148. Мимо поста ДПС прошел автомобиль, который двигался с постоянной скоростью $v_1 = 72$ км/ч. Через время $t = 2$ мин от поста отправился в том же направлении второй автомобиль, который в течение $t_1 = 25$ с двигался равноускоренно. Достигнув скорости $v_2 = 90$ км/ч, он далее движется равномерно. Через какое время, считая от начала движения второго автомобиля, и на каком расстоянии от поста второй автомобиль догонит первый?

1.120. Материальная точка движется прямолинейно и равномерно со скоростью $v = 2$ м/с в течение времени $t = 4$ с. Затем она получает ускорение, противоположное направлению движения. Определить модуль ускорения точки на втором этапе движения, если она вернулась в начальное положение через время $2t$ после начала движения.