

Основные понятия кинематики

- **Механическое движение тела**
 - изменение его положения в пространстве относительно других тел с течением времени.
- **Материальная точка**
 - тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь.
- **Траектория**
 - линия, которую описывает тело (материальная точка) при своем движении. В зависимости от точки траектории различают прямолинейное и криволинейное движение.

Основные понятия кинематики



Пройденный путь l и вектор перемещения \vec{S} при криволинейном движении тела.
 a и b – начальная и конечная точки пути

- **Перемещение \vec{S}**
вектор, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением.
- **Пройденный путь l**
длина траектории, пройденной телом за некоторое время t .

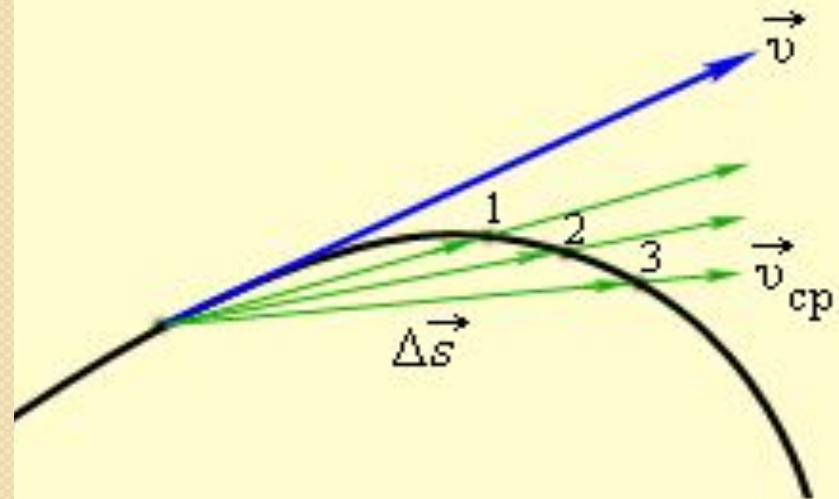
СКОРОСТЬ

Мгновенной скоростью поступательного движения тела в момент времени t называется отношение очень малого перемещения Δs к малому промежутку времени Δt , за который произошло это перемещение:

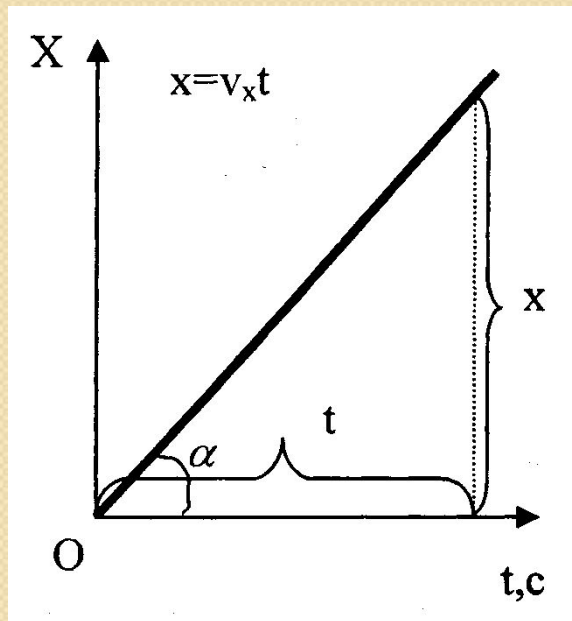
При криволинейном движении вектор скорости лежит на касательной к траектории движения тела и направлен в сторону движения тела.

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

\vec{v} – скорость тела, м/с
 $\Delta \vec{s}$ – перемещение тела за время Δt , м
 Δt – достаточно малый промежуток времени, с



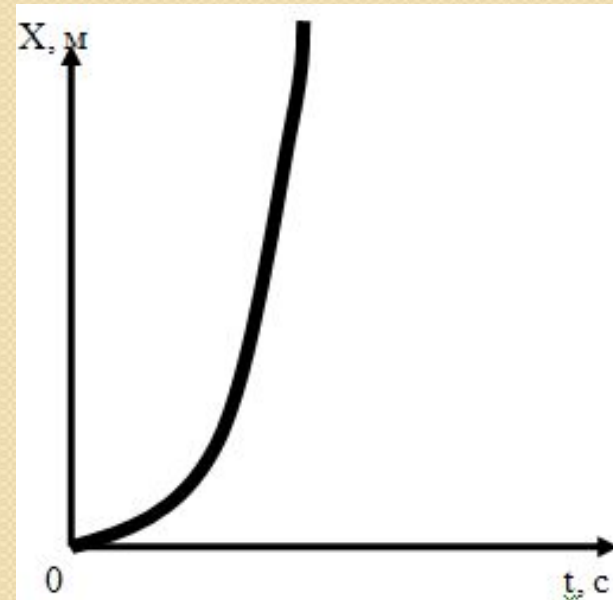
Прямолинейное **равномерное** движение



Закон прямолинейного **равномерного** движения

$$x = x_0 + v_x t$$

Прямолинейное **равноускоренное** движение



Закон прямолинейного **равноускоренного** движения

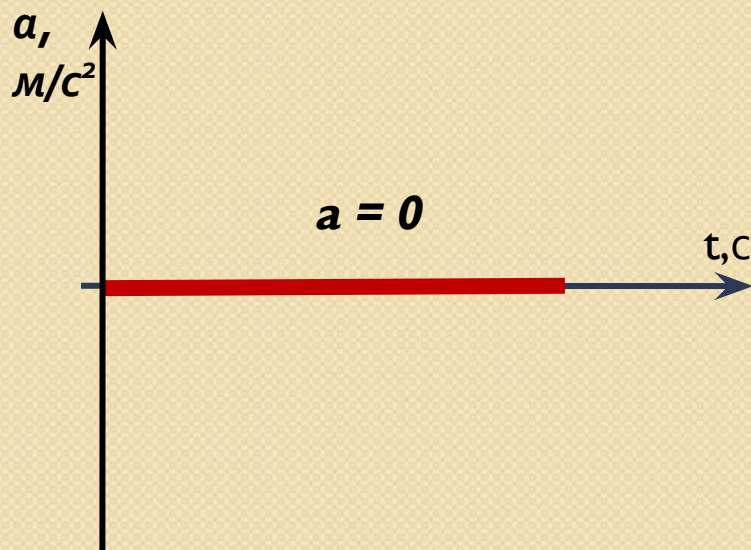
$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ

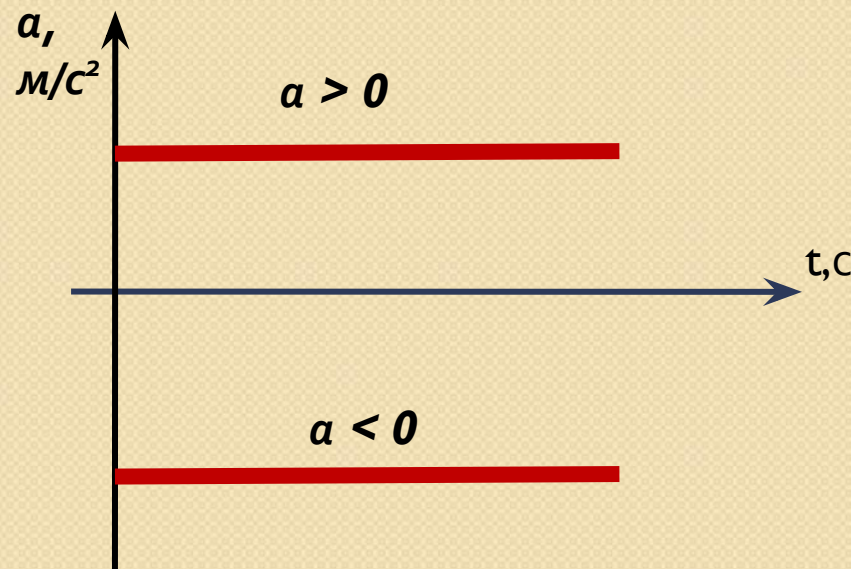
УСКОРЕНИЕ

векторная величина, равная отношению малого изменения вектора скорости к малому промежутку времени, в течение которого это изменение произошло.

Прямолинейное **равномерное**
движение



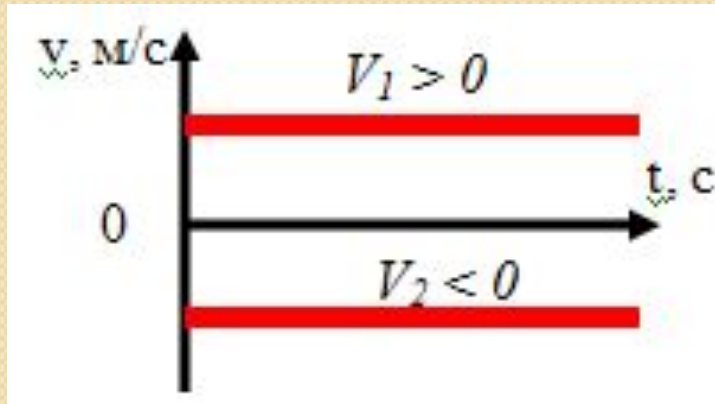
Прямолинейное **равноускоренное**
движение



ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ

Прямолинейное *равномерное* движение

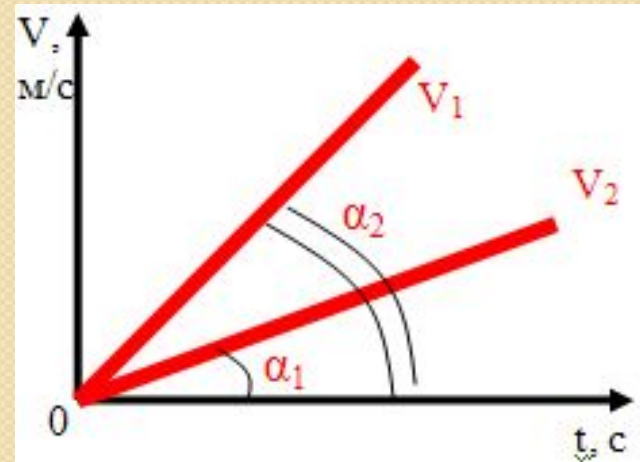
● СКОРОСТЬ



v_1 и v_2 -
противоположно
направлены

Прямолинейное *равноускоренное* движение

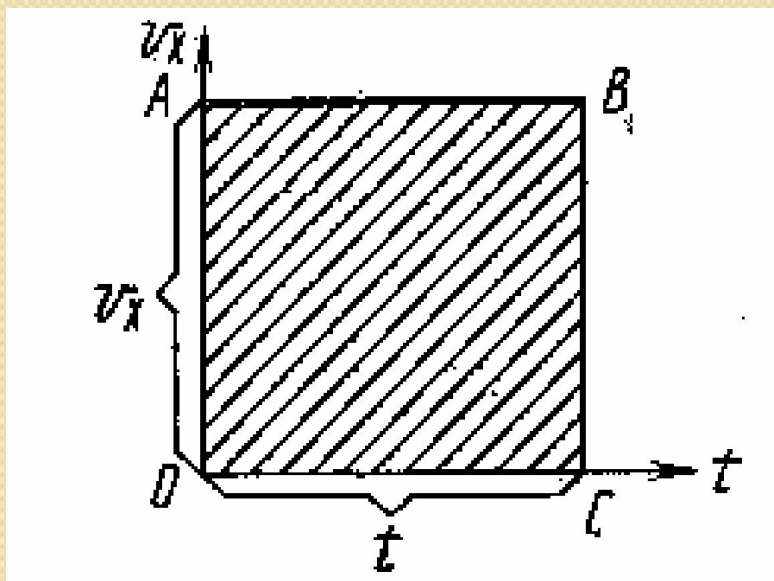
● СКОРОСТЬ



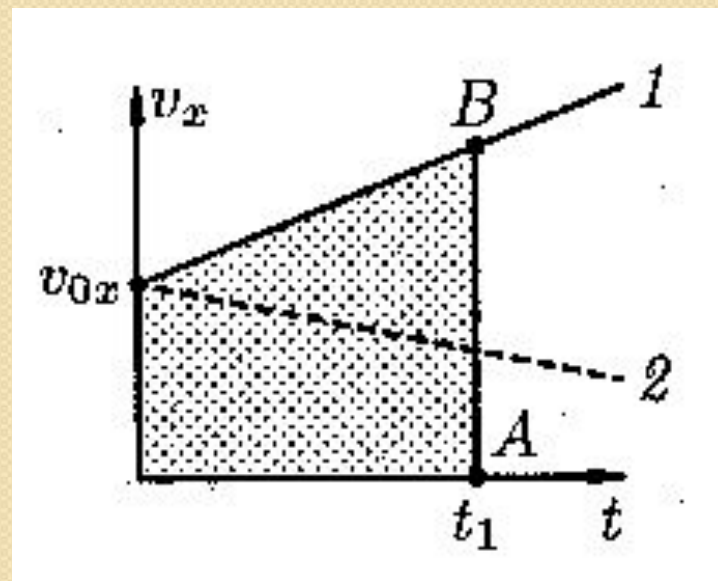
Чем больше угол наклона
прямой скорости, тем
больше ускорение тела

ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ

- По графику скорости можно найти перемещение тела. Оно численно равно площади фигуры под графиком

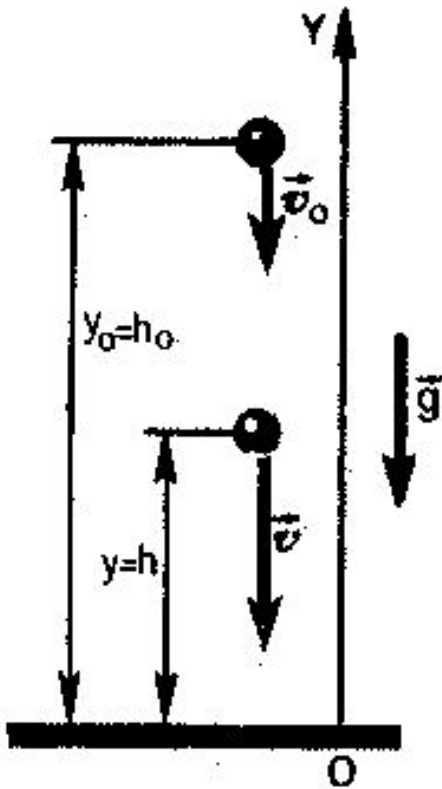


Прямолинейное **равномерное** движение



Прямолинейное **равноускоренное** движение

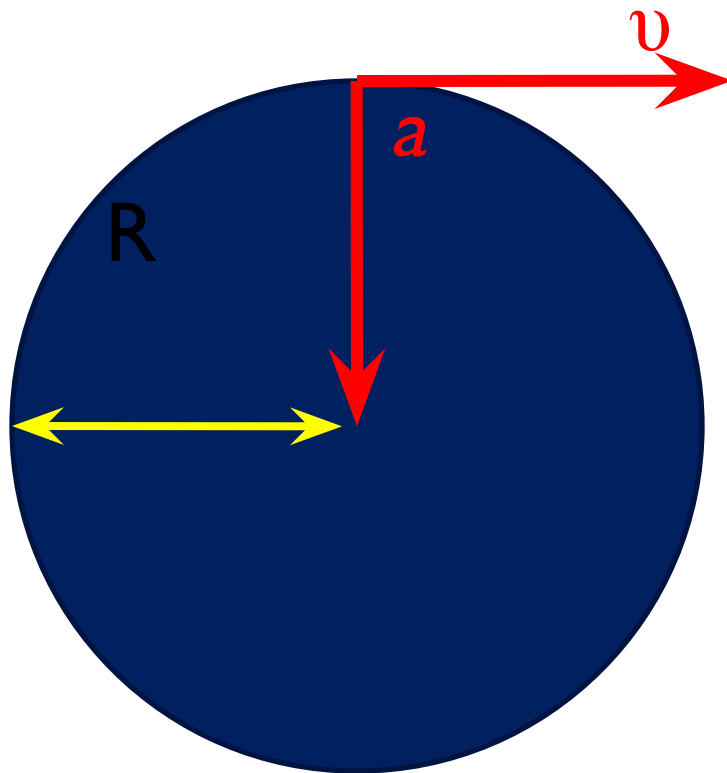
Свободное падение.



- *Свободным падением* называется движение тела под действием силы тяжести.
- *Ускорение свободного падения* при малых высотах над поверхностью Земли ($h \ll R_3$) считается постоянным $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, поэтому свободное падение является равноускоренным движением и для него справедливы все формулы равноускоренного движения с заменой ускорения a на g .

Равномерное движение по окружности

$$a = \frac{v^2}{R}$$



Ускорение a
(центростремительное)
направлено к центру

Скорость (линейная)
направлена по
касательной к
окружности

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rn$$

где $n = 1/T$ – число
оборотов тела за
единицу времени или
частота вращения

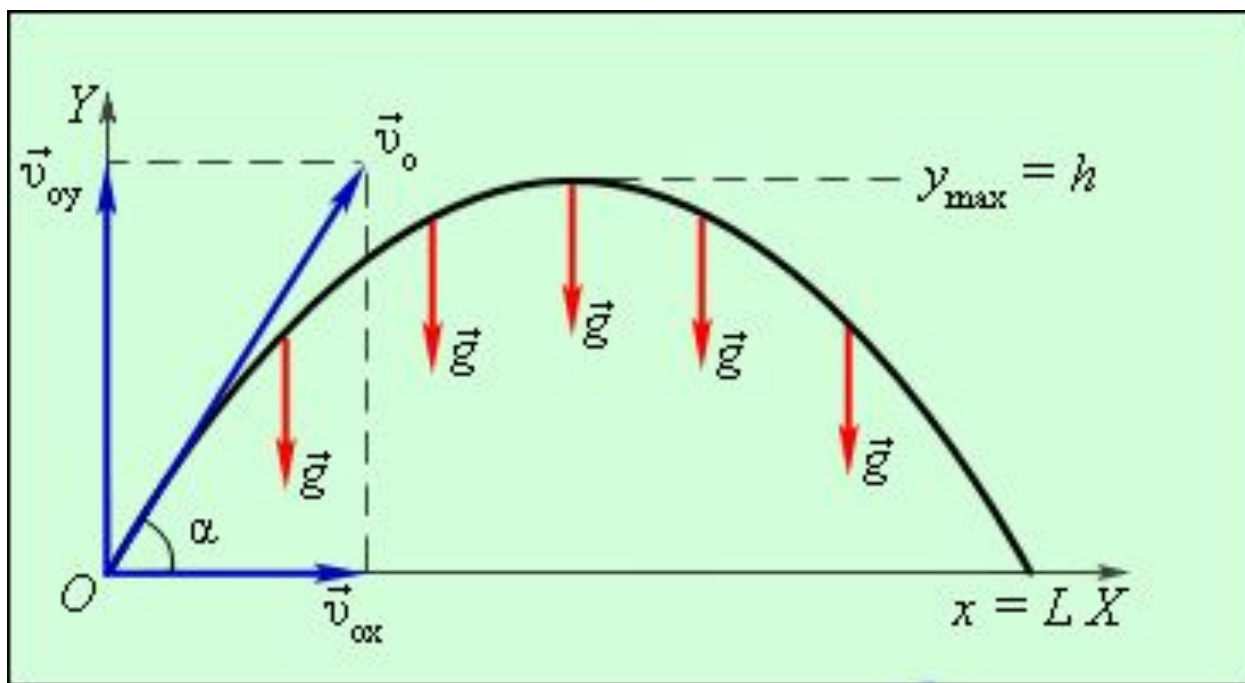
Равномерное движение по окружности

- *Угловой скоростью* называется физическая величина, равная отношению угла поворота к интервалу времени, в течение которого этот поворот совершен:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$$

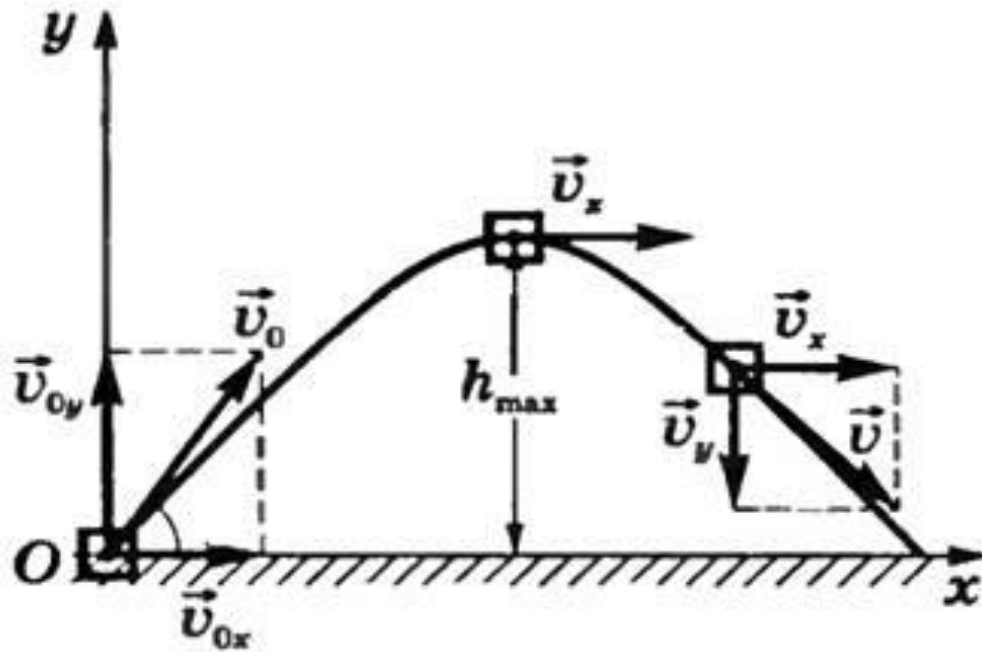
- Угловая скорость выражается в рад/с.
- Связь между линейными и угловыми величинами: $v = \omega R$ $a = \omega R^2$

Криволинейное движение тел с ускорением свободного падения.



Тело одновременно участвует в двух движениях: равномерном прямолинейном по горизонтали вдоль оси Ox и сначала – в равнозамедленном движении вверх с убывающей по модулю скоростью до высшей точки подъема, а затем в свободном падении вниз без начальной скорости вдоль оси Oy .

Криволинейное движение тел с ускорением свободного падения.



$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$v_x = v_{0x}$$

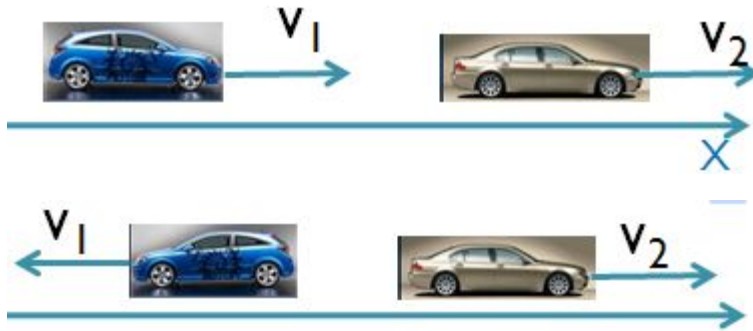
$$t_{\text{взлета}} = t_{\text{падения}}$$

$$x = v_x t = v_0 t \cos \alpha$$

$$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$$

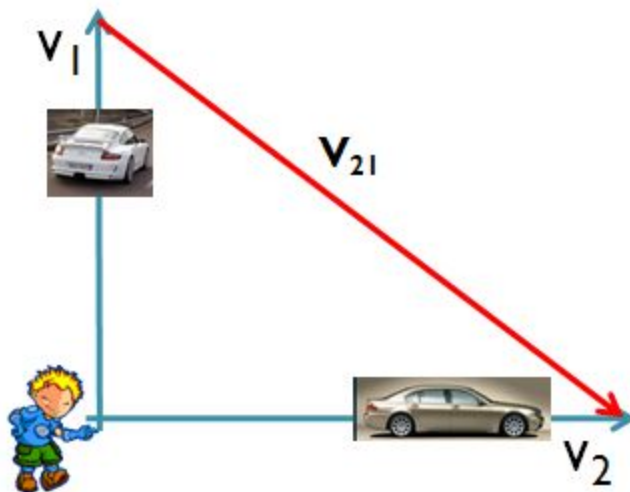
$$y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

Относительность движения



$$v_{21} = v_2 - v_1$$

$$v_{21} = v_2 + v_1$$

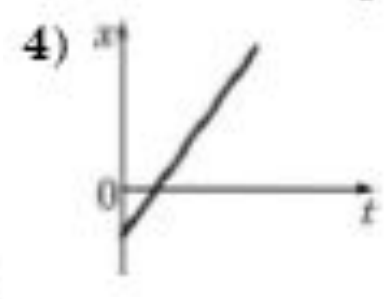
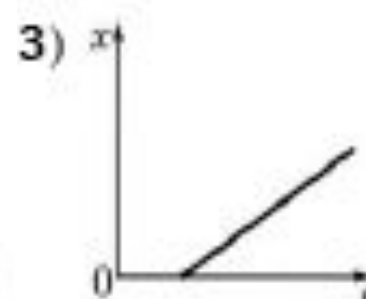
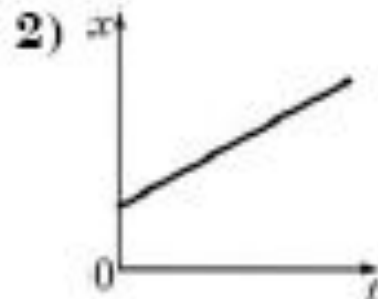
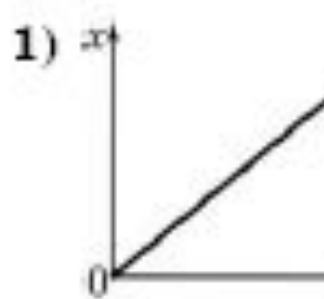


$$v_{21} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

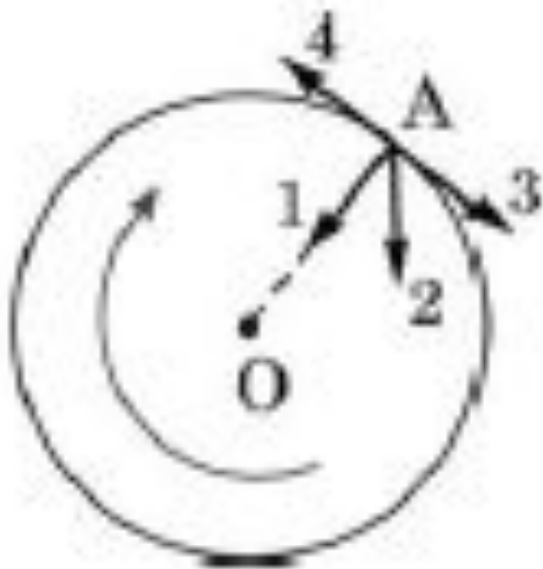


ЗАДАЧИ

1. На рисунках представлены графики зависимости координаты от времени для четырех прямолинейно движущихся тел. Какое из тел движется с наибольшей скоростью?

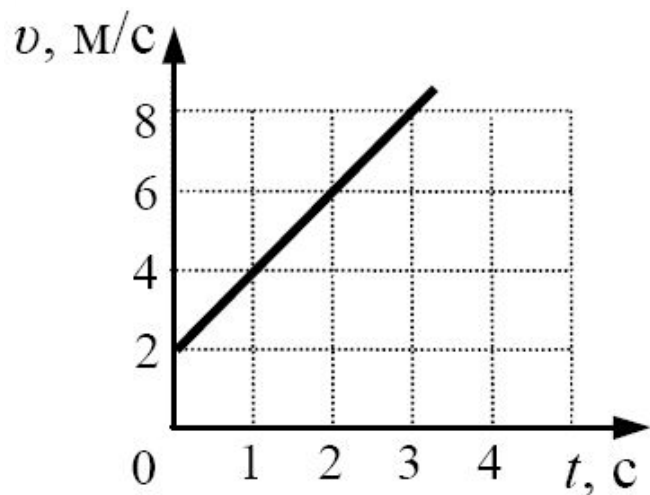


2. Тело движется по окружности по часовой стрелке. Какой из изображенных векторов совпадает по направлению с вектором скорости в точке А?



- 1. 1
- 2. 2
- 3. 3
- 4. 4

3. Используя график зависимости скорости движения тела от времени, определите скорость тела в конце 5-ой секунды, считая, что характер движения тела не изменяется.

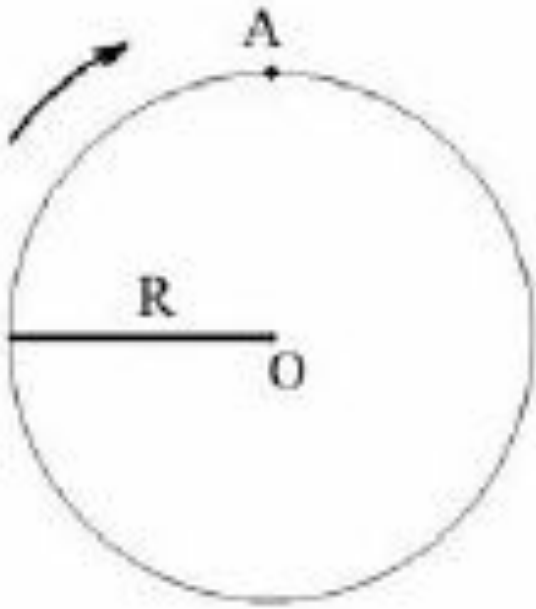


- 1. 9 м/с
- 2. 10 м/с
- 3. 12 м/с
- 4. 14 м/с

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{8 - 2}{3} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = v_0 + at = 2 + 2 \cdot 5 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4. Диск радиуса R вращается вокруг оси, проходящей через точку O (см. рисунок). Чему равен путь L и модуль перемещения S точки A при повороте диска на 180° ?



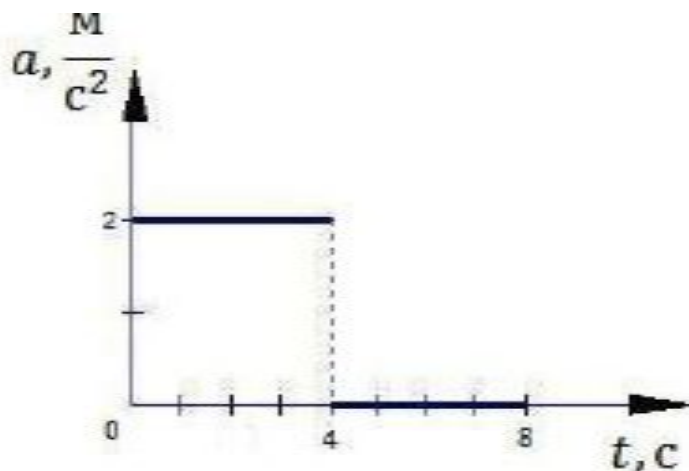
1. $L = 2R; S = \pi R$

2. $L = \pi R; S = 2R$

3. $L = 0; S = 2\pi R$

4. $L = 2\pi R; S = 0$

5. Тело начинает прямолинейное движение из состояния покоя, и его ускорение меняется со временем так, как показано на графике. Через 6 с после начала движения модуль скорости тела будет равен



1. 0 м/с
2. 12 м/с
3. 8 м/с
4. 16 м/с

От 0 до 4 с движение равноускоренное: $v = at = 2 \cdot 4 = 8$ м/с.

От 4 до 8 с движение равномерное, т.е. скорость, достигнув значения 8 м/с, перестанет изменяться.

6. Камень начинает свободное падение из состояния покоя. Определите путь, пройденный камнем за третью от начала движения секунду.

$$H_3 = h(3) - h(2)$$

$$h(3) = g \cdot 3^2 / 2 = 45 \text{ м}$$

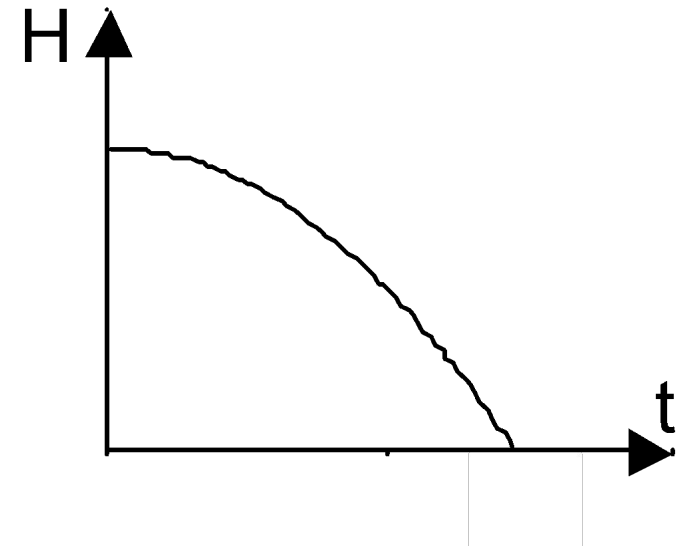
$$h(2) = g \cdot 2^2 / 2 = 20 \text{ м}$$

$$H_3 = 45 \text{ м} - 20 \text{ м} = 25 \text{ м}$$

Ответ: **25** (м)

7. Изменение высоты тела над поверхностью Земли с течением времени представлено на графике. Что можно сказать по этому графику о характере движения тела?

1. тело движется по параболе
2. тело движется равномерно
3. тело движется с некоторым ускорением
4. тело движется с ускорением, равным нулю



8. Вертолет летит в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с. Из него выпал груз, который коснулся земли через 4 с. На какой высоте летит вертолет? Сопротивление воздуха движению груза не учитывать.

1. 40 м.
2. 80 м.
3. 160 м.
4. 320 м.

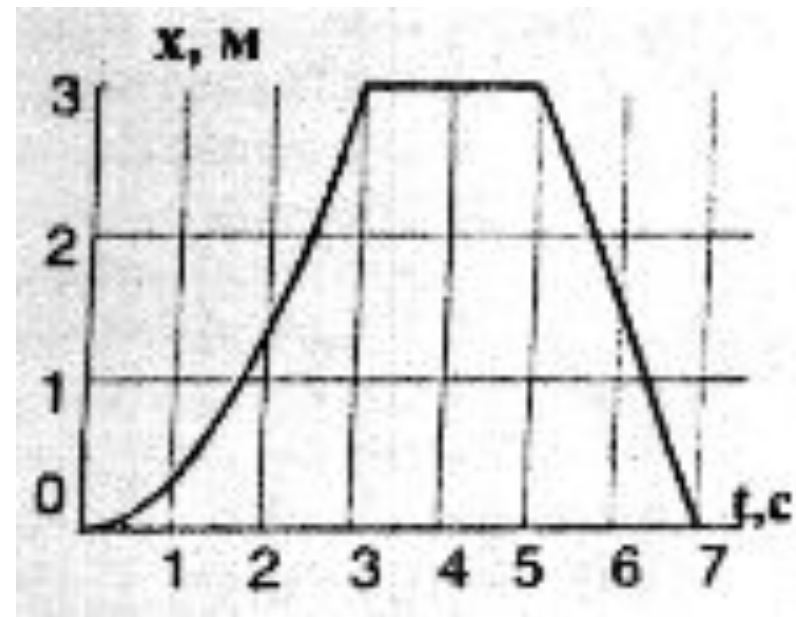
$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$$

$$v_{0y} = 0 \quad h = y = \frac{gt^2}{2}$$

$$h = \frac{10 \cdot 4^2}{2} = 80 \text{ м}$$

8. На рисунке изображен график изменения координаты велосипедиста с течением времени. В какой промежуток времени велосипедист двигался с изменяющейся скоростью?

1. Только от 0 до 3 с
2. Только от 3 до 5 с
3. Только от 5 до 7 с
4. От 3 до 5 с и от 5 до 7 с



9. На поверхность Марса тело падает с высоты 100 м примерно 7 с. С какой скоростью тело коснется поверхности Марса, падая с такой высоты?

$$H = g \cdot t^2 / 2 \Rightarrow g = 2H / t^2$$

$$g = 2 \cdot 100 \text{ м} / (7 \text{ с})^2 = 4.08 \text{ м/с}^2$$

$$v = g \cdot t$$

$$v = 4.08 \text{ м/с}^2 \cdot 7 \text{ с} = 28.56 \text{ м/с}$$

1. 14,3 м/с
2. 28,6 м/с
3. 44,7 м/с
4. 816 м/с

10. Движение тела описывается уравнением $x = 12 + 6,2 t - 0,75 t^2$.
Определите скорость тела через 2 с после начала движения.

$$x = 12 + 6,2 t - 0,75 t^2$$

$$v = 6,2 - 1,5 t$$

$$v = 6,2 - 1,5 \cdot 2 = 3,2 \text{ м/с}$$

1. 0,4 м/с

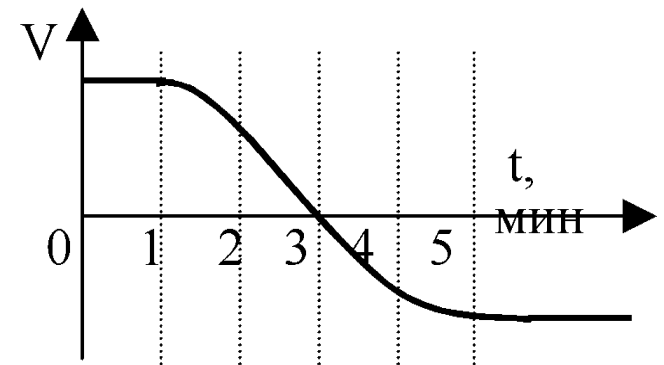
2. 3 м/с

3. 3,2 м/с

4. 6,2 м/с

11. Скорость первого автомобиля относительно второго изменяется со временем согласно графику на рисунке. В какие моменты времени скорости автомобилей относительно дороги равны?

- 1. с 2 по 4 минуты**
- 2. в момент $t = 3$ мин**
- 3. при t от 0 до 1 мин. и больше 5 мин**
- 4. на графике нет такого промежутка времени**



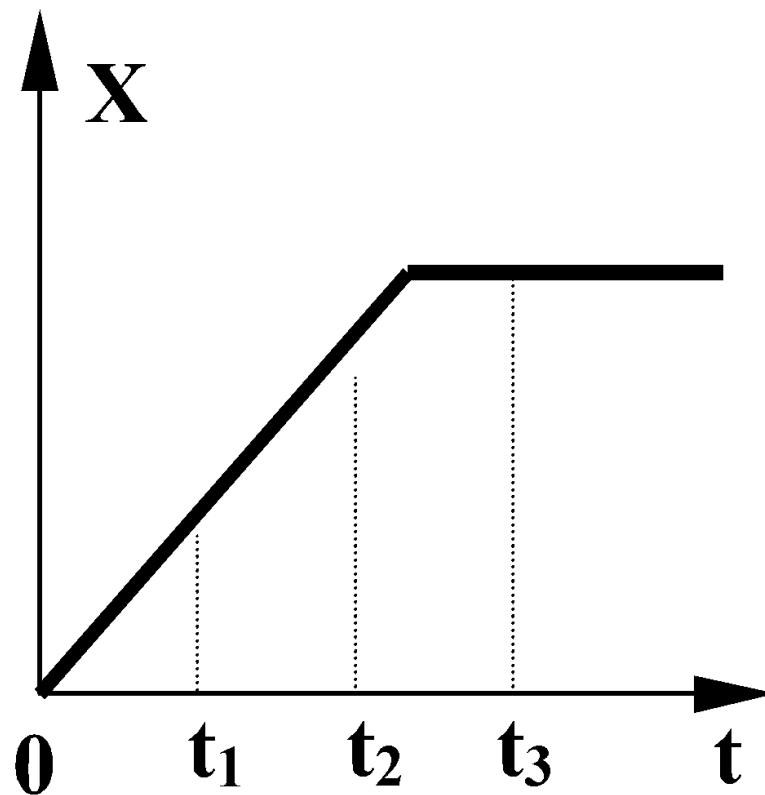
12. На рисунке представлен график зависимости координаты тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени. Сравните скорости v_1 , v_2 и v_3 тела в моменты времени t_1 , t_2 , t_3 .

1) $v_1 > v_2 = v_3$

2) $v_1 > v_2 > v_3$

3) $v_1 < v_2 < v_3$

4) $v_1 = v_2 > v_3$



13. 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 ту же сторону со скоростью 1 м/с
2. может, если движется в противоположную сторону со скоростью 1 м/с
3. может, если стоит на эскалаторе
4. не может ни при каких условиях

14. Зависимость координаты от времени для некоторого тела описывается уравнением $x = 8t - t^2$. В какой момент времени скорость тела равна нулю?

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$x = 8t - t^2$$

$$v_0 = 8 \text{ м/с}$$

$$a/2 = -1 \text{ м/с}^2$$

$$a = -2 \text{ м/с}^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$v = 8 - 2t = 0$$

$$t = 4 \text{ с}$$

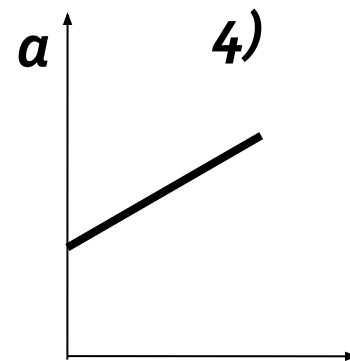
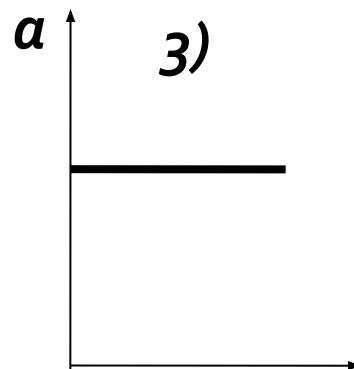
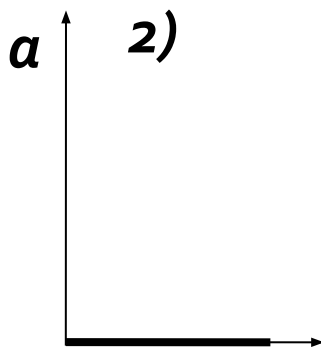
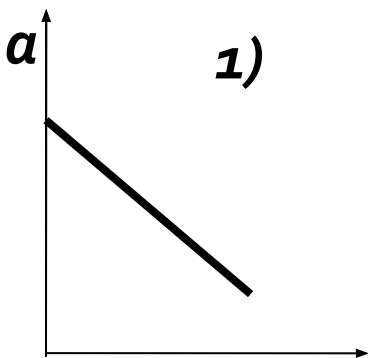
1. 4 с

2. 8 с

3. 3 с

4. 0 с

15. На рисунках изображены графики зависимости модуля ускорения от времени движения. Какой из графиков соответствует равномерному прямолинейному движению?



16. Одной из характеристик автомобиля является время t его разгона с места до скорости 100 км/ч. Сколько времени потребуется автомобилю, имеющему время разгона $t = 3$ с, для разгона до скорости 50 км/ч при равноускоренном движении?

1) $\frac{3}{\sqrt{2}}$ с

2) 1,5 с

3) $\frac{3}{4}$ с

4) $\frac{3}{50}$ с

$$100 \text{ км/ч} = 100 \cdot 1000 / 3600 = 28 \text{ м/с}$$

$$50 \text{ км/ч} = 14 \text{ м/с}$$

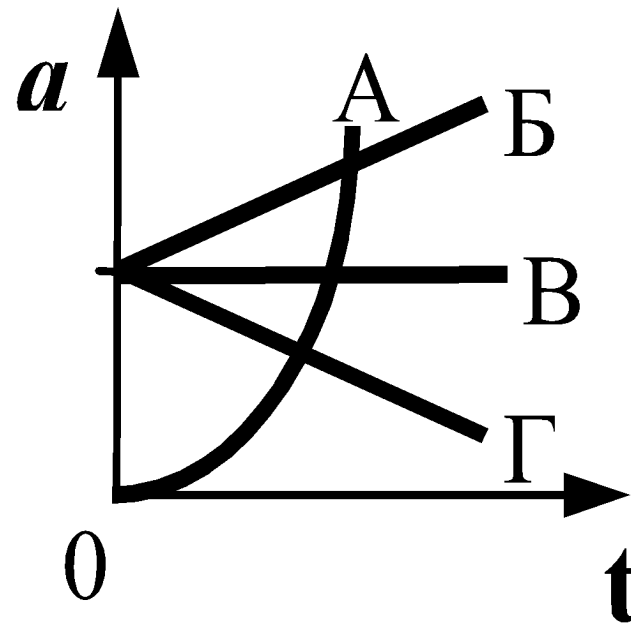
$$v = a t$$

$$a = v / t = 28 \text{ м/с} / 3 \text{ с} = 9,3 \text{ м/с}^2$$

$$t_1 = v_1 / a = (14 \text{ м/с} / 9,3 \text{ м/с}^2) = 1,5 \text{ с}$$

17. Равноускоренному движению соответствует график зависимости модуля ускорения от времени, обозначенный на рисунке буквой

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г



18. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают равноускоренное движение. Ускорение мотоциклиста в 3 раза больше, чем у велосипедиста. В один и тот же момент времени скорость мотоциклиста больше скорости велосипедиста

- 1) в 1,5 раза
- 2) в $\sqrt{3}$ раза
- 3) в 3 раза
- 4) в 9 раз

$$v = v_0 + at$$

$$v_v = at$$

$$v_m = 3at$$

$$\frac{v_m}{v_v} = 3$$

$$v_v$$

19. Велосипедист съезжает с горки, двигаясь прямолинейно и равноускоренно. За время спуска скорость велосипедиста увеличилась на 10 м/с. Ускорение велосипедиста 0,5 м/с². Сколько времени длится спуск?

● 1) 0,05 с;

● 2) 2 с;

● 3) 5 с;

● 4) 20 с

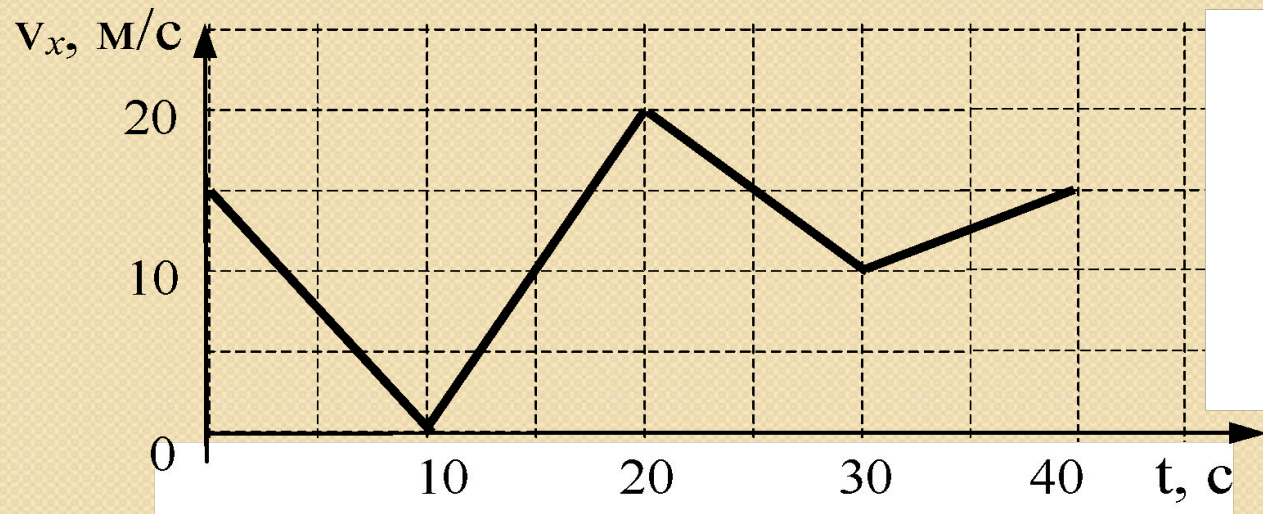
$$a = \frac{\Delta v}{t} \quad t = \frac{\Delta v}{a}$$

$$t = \frac{10 \text{ м/с}}{0,5 \text{ м/с}^2} = 20 \text{ с}$$

20. Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и $R_2 = 2R_1$ с одинаковыми по модулю скоростями. Их периоды обращения по окружностям связаны соотношением

- 1) $T_1 = 2T_2$ 2) $T_1 = T_2$ 3) $T_1 = 4T_2$ 4) $T_1 = 1/2T_2$

21. Автомобиль движется по прямой улице.
На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени.



Модуль ускорения максимален в интервале времени

- 1) от 0 с до 10 с
- 2) от 10 с до 20 с
- 3) от 20 с до 30 с
- 4) от 30 с до 40 с

Модуль ускорения тем больше, чем больше угол наклона прямой

22. Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и R_2 , причем $R_2 = 2R_1$. При условии равенства линейных скоростей точек их центростремительные ускорения связаны соотношением

1) $a_1 = 2a_2$

2) $a_1 = a_2$

3) $a_1 = \frac{1}{2}a_2$

4) $a_1 = 4a_2$

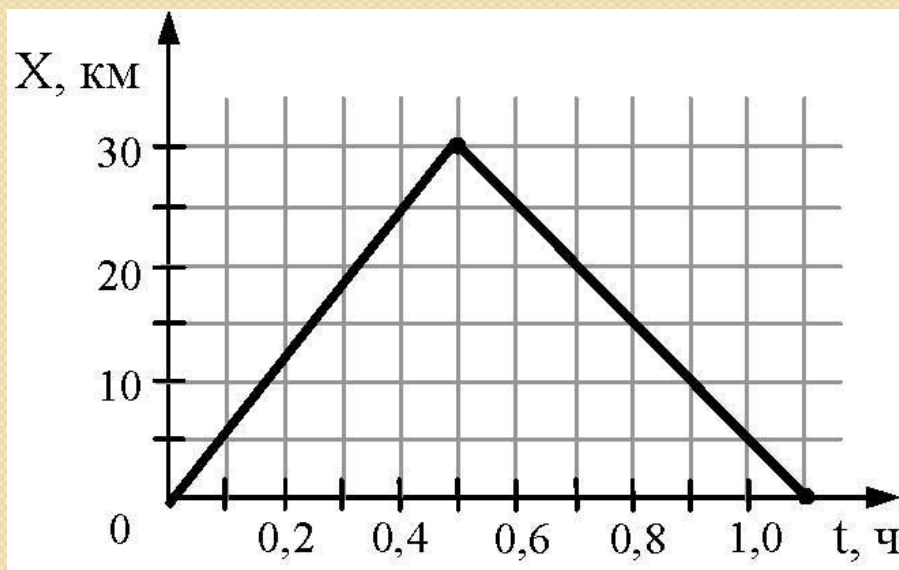
$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$a_1 = \frac{v^2}{R_1}$$

$$a_2 = \frac{v^2}{2R_1}$$

$$\frac{a_1}{a_2} = 2$$

23. На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт Б и обратно. Пункт А находится в точке $x = 0$, а пункт Б – в точке $x = 30$ км. Чему равна максимальная скорость автобуса на всем пути следования туда и обратно?



1) 40 км/ч

2) 50 км/ч

3) 60 км/ч

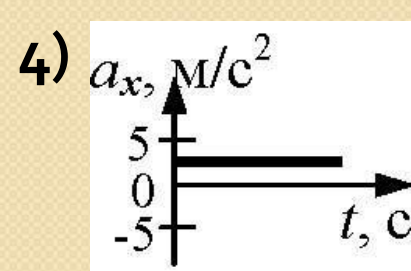
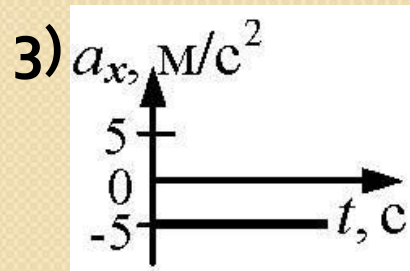
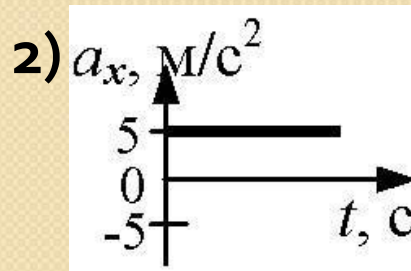
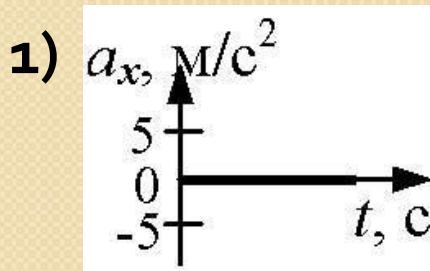
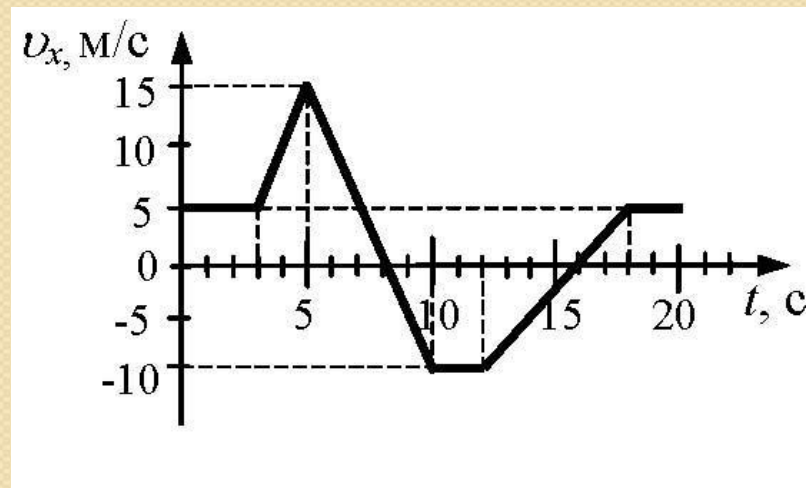
4) 75 км/ч

$$v = \frac{S}{t}$$

$$v = \frac{30 \text{ км}}{0,5 \text{ ч}} = 60 \text{ км/ч}$$

$$v = \frac{30 \text{ км}}{0,6 \text{ ч}} = 50 \text{ км/ч}$$

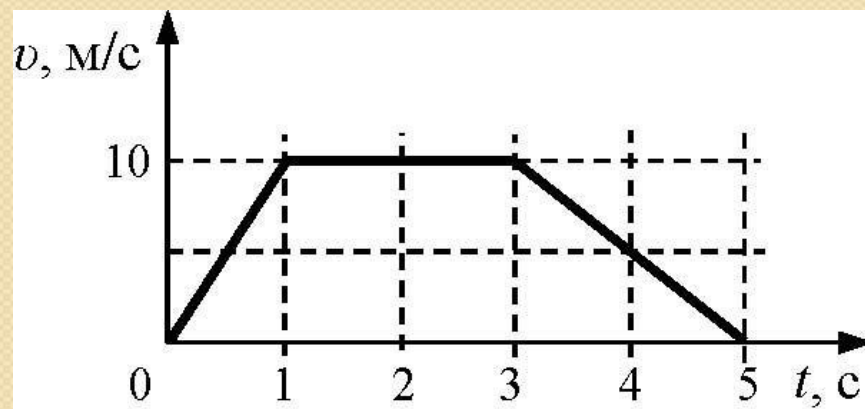
24. НА РИСУНКЕ ПРИВЕДЕН
 ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ
 ПРОЕКЦИИ СКОРОСТИ ТЕЛА
 ОТ ВРЕМЕНИ.
 ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ
 ПРОЕКЦИИ УСКОРЕНИЯ ТЕЛА
 ОТ ВРЕМЕНИ В ИНТЕРВАЛЕ
 ВРЕМЕНИ ОТ 12 ДО 16 С
 СОВПАДАЕТ С ГРАФИКОМ



$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{0 - (-10 \text{ м/с})}{4\text{с}} = 2,5 \text{ м/с}^2$$

25. На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за 5 с.



Трапеция

1) 0 м; 2) 20 м; 3) 30 м; 4) 35 м

- Пройденный путь равен площади фигуры под графиком скорости

$$S = \frac{5 + 2}{2} \cdot 10 = 35 \text{ м}$$