

Кинематика

- 1.1.1. Механическое движение и его виды.
 - 1.1.2. Относительность механического движения.
 - 1.1.3. Скорость.
 - 1.1.4. Ускорение.
 - 1.1.5. Равномерное движение.
 - 1.1.6. Прямолинейное равноускоренное движение.
 - 1.1.7. Свободное падение (ускорение свободного падения).
 - 1.1.8. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центробежное ускорение.
- Использованные ресурсы.

Перейти к решению задач



1.1.1. Механическое движение и его виды

Механическим движением тела называют изменение его положения в пространстве относительно других тел с течением времени.

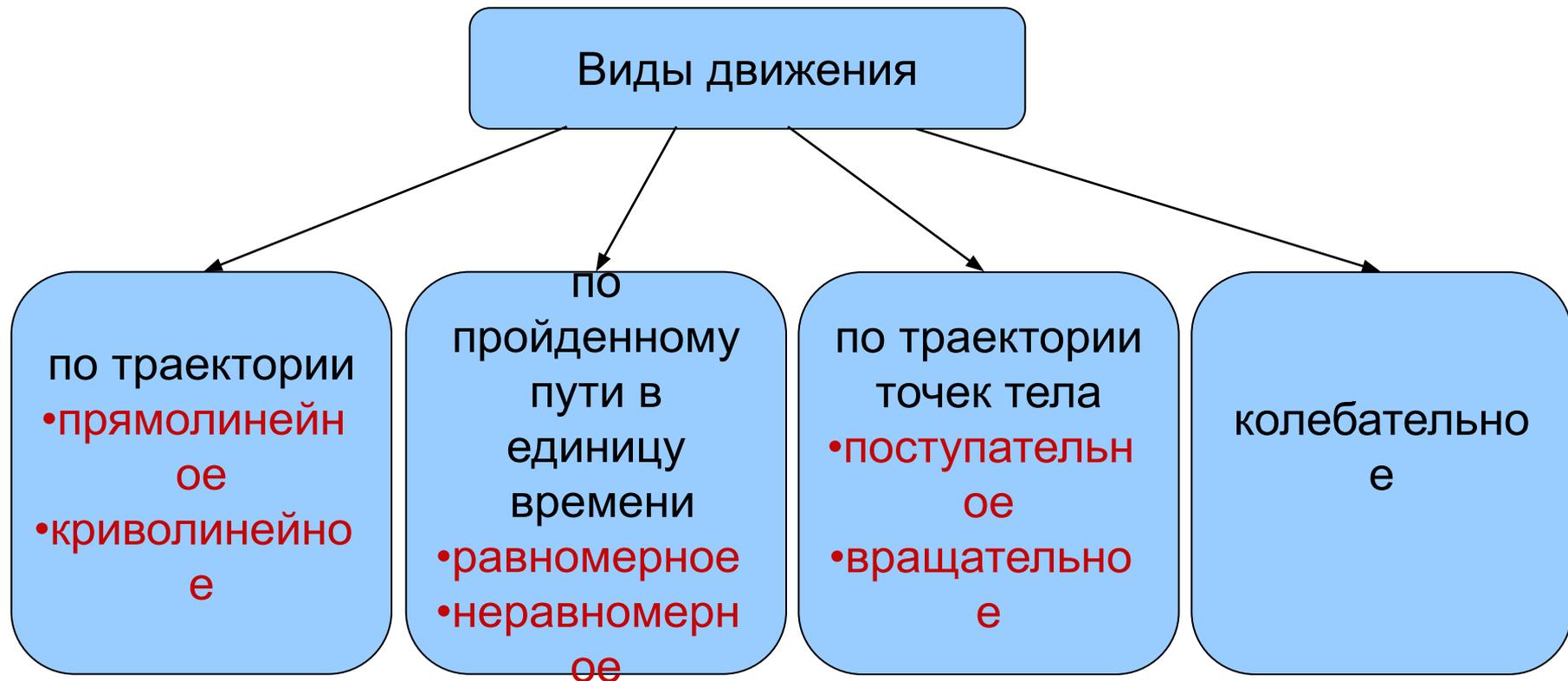
Тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь, называется **материальной точкой**.

Траектория - некоторая линия, которую описывает тело (материальная точка) с течением времени, перемещаясь из одной точки в другую.

Путь (S) - расстояние, отсчитываемое вдоль траектории за время Δt (скалярная величина).

Перемещение (\vec{S}) - вектор, соединяющий начальное и конечное положение тела.

1.1.1. Механическое движение и его виды



1.1.2. Относительность механического движения

Тело движется относительно разных тел по-разному (человек в автомобиле имеет разную скорость относительно автомобиля и относительно земли).

Когда говорится о движении тела, необходимо указать, относительно какого тела рассматривается его движение.

Для однозначного определения положения тела необходимо задать **систему отсчета**:

- 1) тело отсчета (тело, относительно которого изучается движение рассматриваемого тела - например, Земля);
- 2) система координат, связанная с телом отсчета (одномерная - автомобиль на шоссе, двумерная - шайба на хоккейном поле, трехмерная - воздушный шар);
- 3) часы, связанные с телом отсчета.

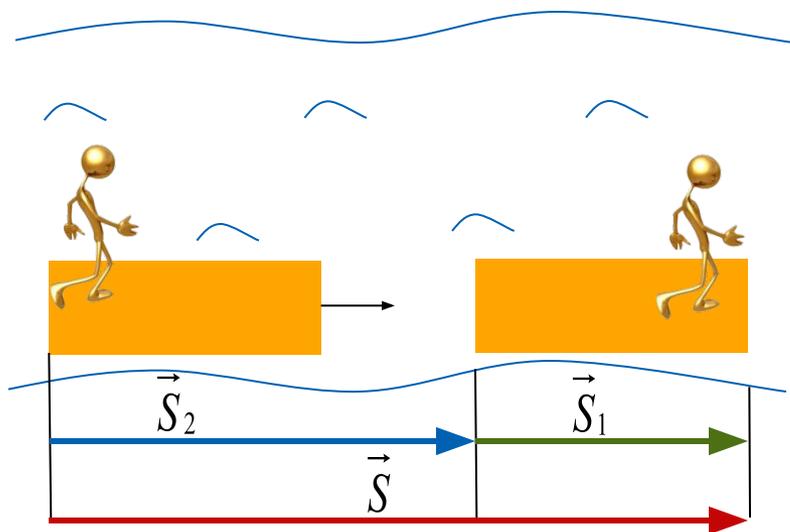


1.1.2. Относительность механического движения

Тела в разных системах отсчета двигаются по-разному!

В разных с.о. изменяются: **скорость, путь, перемещение, траектория.**

Не изменяются в разных с.о. (при условии, что: $\vec{v} \ll \vec{v}_{\text{света}} (\approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с})$):
время, масса, сила, ускорение.



Какое перемещение совершит человек относительно берега (Земли)?

Берег (Земля) - неподвижная с.о.
Плот - подвижная с.о.

$$\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$$

\vec{S} - перемещение человека относительно Земли (н.с.о.)

\vec{S}_1 - перемещение человека относительно плота (п.с.о.)

\vec{S}_2 - перемещение плота относительно Земли (п.с.о. относительно н.с.о.)

1.1.2. Относительность механического движения

Правило сложения скоростей:

Скорость тела относительно неподвижной системы отсчета равна геометрической сумме скорости тела относительно подвижной системы отсчета и скорости подвижной системы отсчета относительно неподвижной:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

Принцип относительности Галилея

Все инерциальные системы равноправны. Это проявляется в том, что законы механики в них записываются одинаково.

Инерциальные системы отсчета (ИСО) - системы отсчета, которые движутся равномерно прямолинейно относительно друг друга.

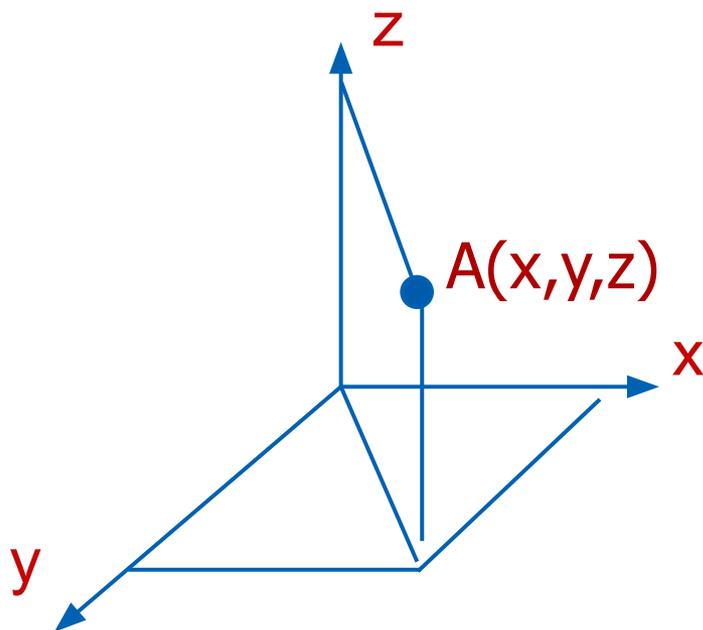


Система координат

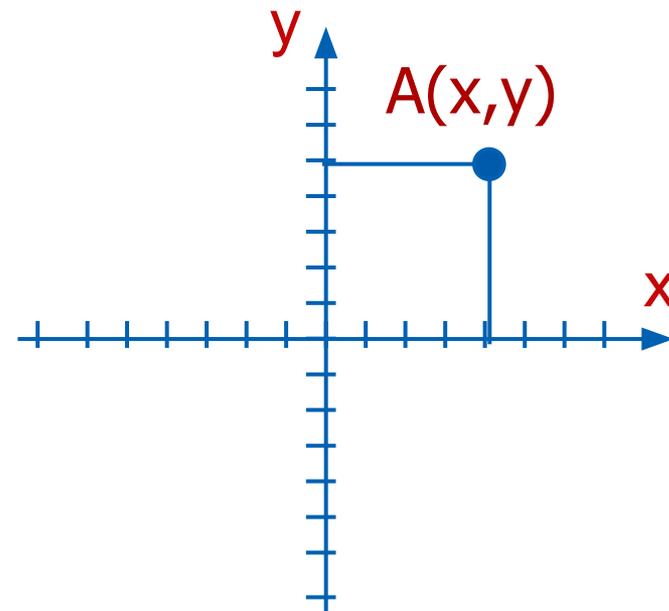
Одномерная - координатная прямая



Пространственная система
Координат (трехмерная)



Двумерная -
координатная плоскость



1.1.3. Скорость

Скорость - физическая векторная величина, характеризующая направление и быстроту движения. Показывает, какое перемещение совершило тело в единицу времени:

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t} \quad \vec{v} \uparrow \uparrow \vec{S} \quad \left[\frac{m}{c} \right]$$

Мгновенная скорость - скорость тела в данный момент времени или в данной точке траектории. Равна отношению малого перемещения к малому промежутку времени, за которое это перемещение совершено:

$$\vec{v}_{\text{мгн}} = \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t} \quad \vec{v}_{\text{мгн}} \uparrow \uparrow \Delta \vec{S} \quad \left[\frac{m}{c} \right]$$

Средняя скорость - физическая величина, равная отношению всего пройденного пути ко всему времени:

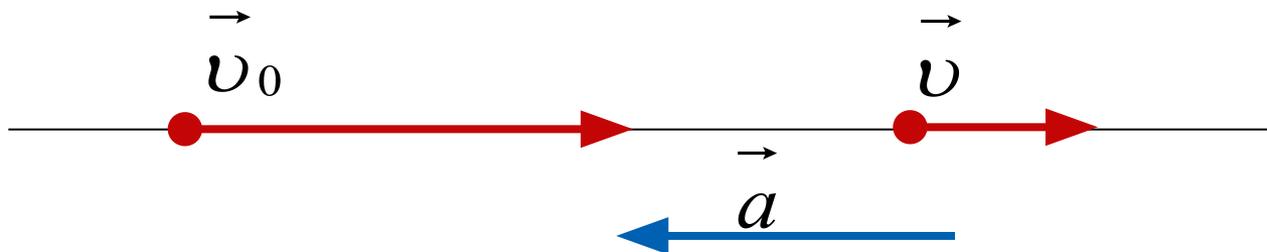
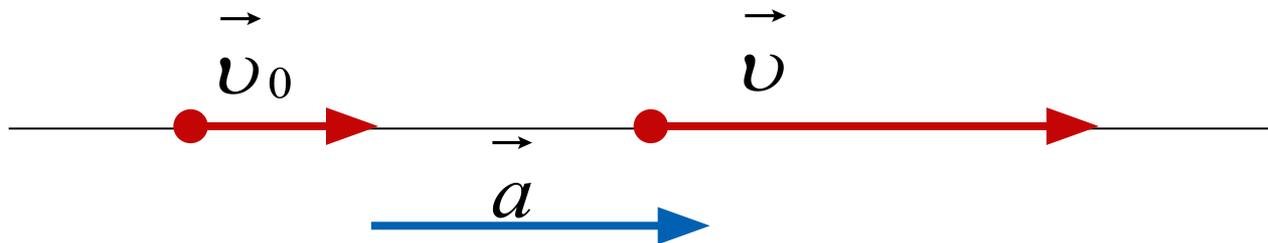
$$v_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{все}}} \quad \left[\frac{m}{c} \right]$$



1.1.4. Ускорение

Ускорение – физическая векторная величина, характеризующая быстроту изменения скорости по величине и направлению. Равна отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} = \frac{\Delta \vec{v}}{t} \quad \vec{a} \uparrow \uparrow \Delta \vec{v} \quad \left[\frac{\mathcal{M}}{c^2} \right]$$



1.1.5. Равномерное движение

Прямолинейным равномерным движением (РПД) называют такое движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

Скорость РПД - векторная физическая величина, равная отношению перемещения тела ко времени, за которое это перемещение совершено:

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t} \quad \vec{v} \uparrow \uparrow \vec{S} \quad \left[\frac{m}{c} \right]$$

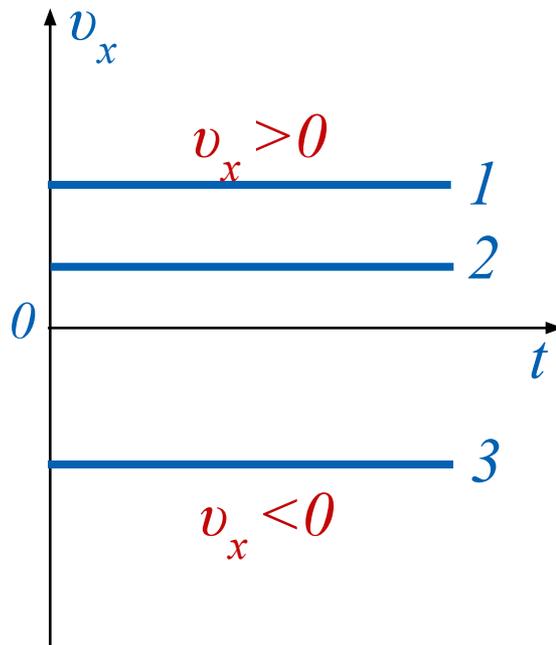
Перемещение РПД $\vec{S} = \vec{v} \cdot t \quad [m] \quad S_x = v_x \cdot t$

Координата $x = x_0 + v_x t \quad v_x = \frac{x - x_0}{t}$

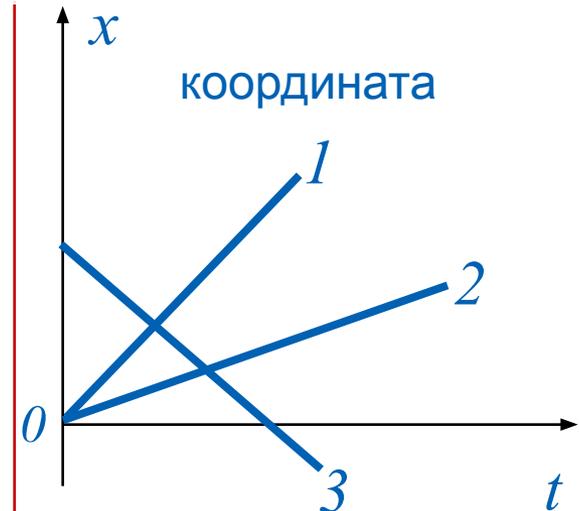
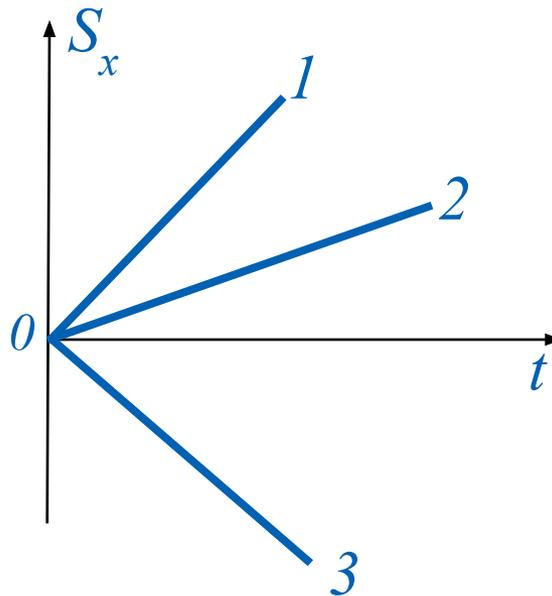
1.1.5. Равномерное движение

Графическое представление РПД

скорость



перемещение



Графики 1 и 2. $v_1 > v_2$,
 $x_{01} = x_{02} = 0$.
Координата тела возрастает,
скорость тела положительна.

График 3. $x_{03} \neq 0$.
Координата тела
уменьшается. Оно движется
к началу координат, проекция
его скорости отрицательна.



1.1.6. Прямолинейное равноускоренное движение

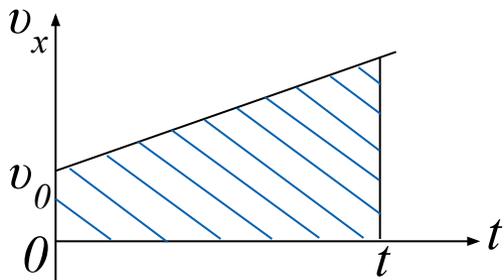
Прямолинейным равноускоренным движением (РУПД) называется движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

Ускорение $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} = \frac{\Delta \vec{v}}{t}$ $a \uparrow \uparrow \Delta v \left[\frac{m}{c^2} \right]$

Мгновенная скорость (скорость в любой момент времени)

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \quad v_x = v_{0x} + a_x t$$

Перемещение (путь, пройденный телом) численно равно площади под графиком скорости.

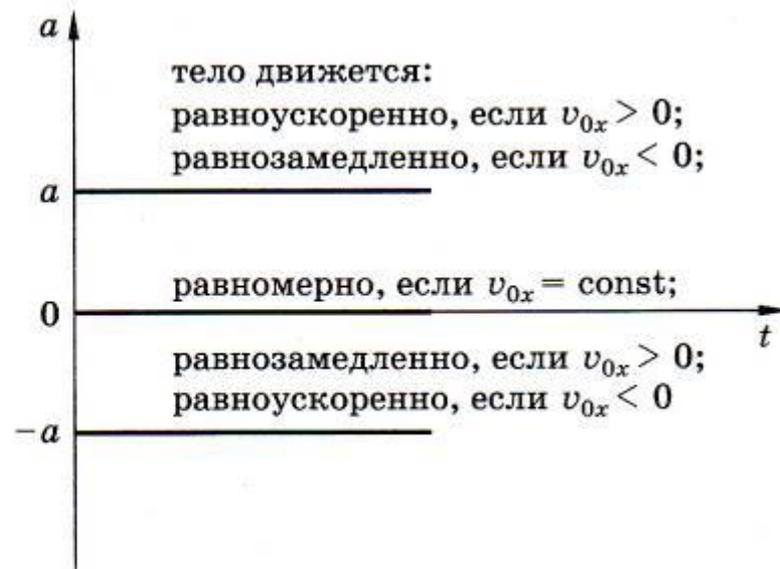
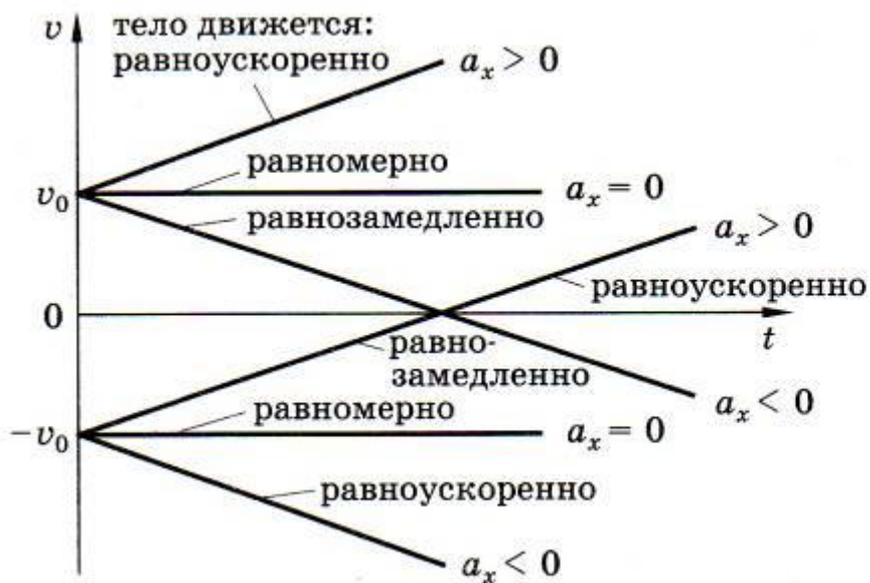


$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

1.1.6. Прямолинейное равноускоренное движение

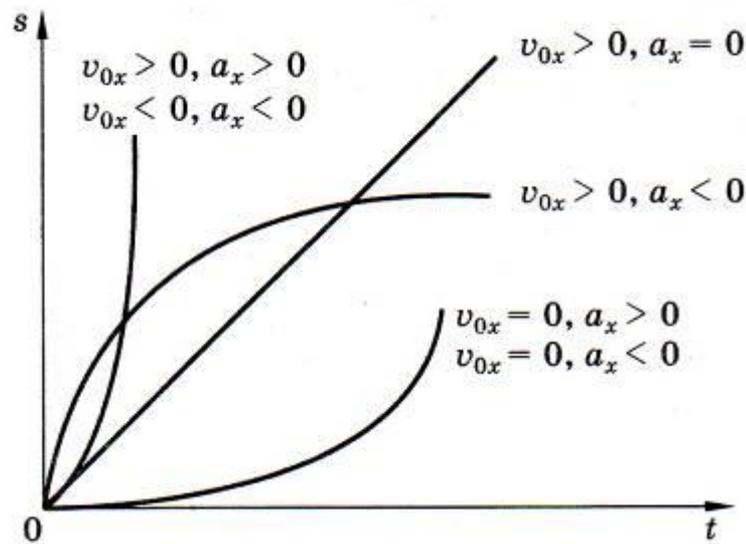
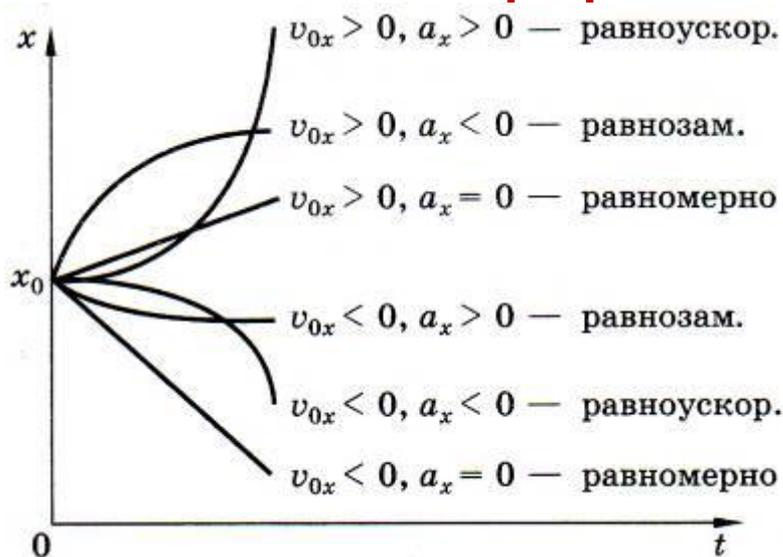
Координата $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

Графическое представление

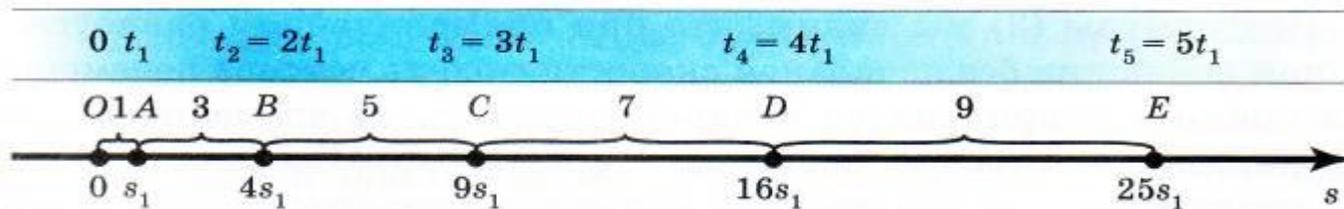


1.1.6. Прямолинейное равноускоренное движение

Графическое представление



Перемещение тела при РУПД без начальной скорости



$$OA : OB : OC : OD : OE = 1 : 4 : 9 : 16 : 25$$

$$OA : AB : BC : CD : DE = 1 : 3 : 5 : 7 : 9$$

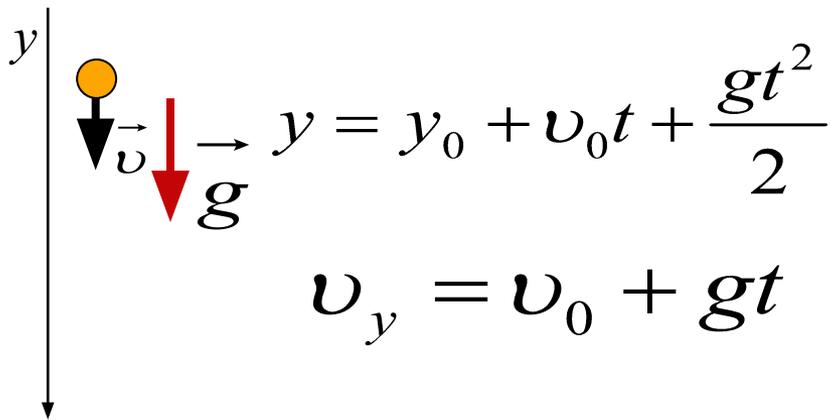


1.1.7. Свободное падение (ускорение свободного падения)

Свободное падение – движение тела в безвоздушном пространстве только под влиянием гравитационных сил (силы тяжести).

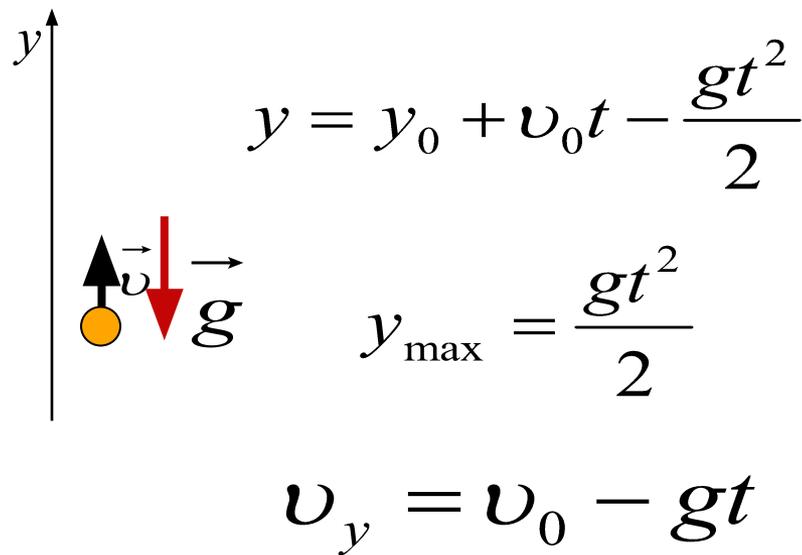
Ускорение свободного падения – $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$

(на экваторе g немного меньше, а на полюсах – немного больше)



A diagram showing a yellow sphere falling downwards. A vertical y-axis points downwards. A black arrow labeled \vec{v} points downwards, and a red arrow labeled g also points downwards. The equations are:

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$
$$v_y = v_0 + gt$$

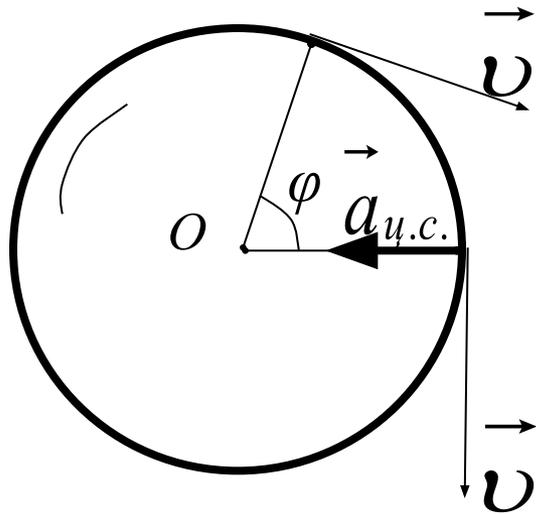


A diagram showing a yellow sphere moving upwards. A vertical y-axis points upwards. A black arrow labeled \vec{v} points upwards, and a red arrow labeled g points downwards. The equations are:

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$
$$y_{\max} = \frac{gt^2}{2}$$
$$v_y = v_0 - gt$$



1.1.8. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центробежное ускорение



Период обращения – время, в течение которого тело совершает один полный оборот:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu} \quad [c]$$

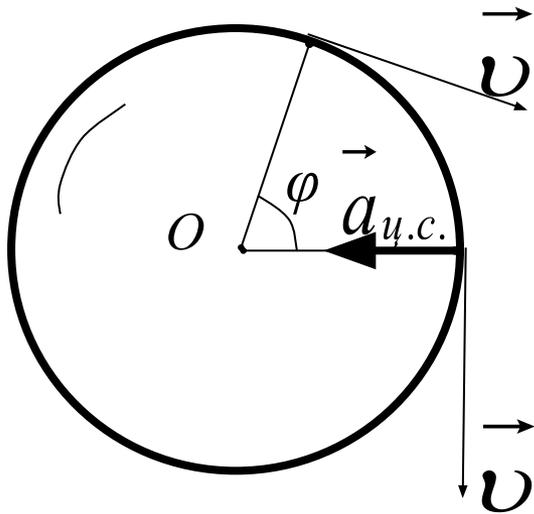
Частота обращения – число оборотов тела за одну секунду:

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} \quad [c^{-1}; \Gammaц]$$

Угловая скорость – физическая величина, равная отношению углового перемещения к промежутку времени, за которое это перемещение произошло:

$$\omega = \varphi t = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \quad \left[\frac{рад}{c} \right]$$

1.1.8. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центробежное ускорение



Линейная скорость тела, равномерно движущегося по окружности, оставаясь постоянной по модулю, непрерывно изменяется по направлению и в любой точке направлена по касательной к траектории:

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R \nu = \omega R$$

Равномерно движущееся по окружности тело имеет ускорение, направленное к центру окружности (перпендикулярно скорости) – **центробежное ускорение**:

$$a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R}$$



Подборка заданий по кинематике (А1)

1. Четыре тела двигались по оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

t, c	0	1	2	3	4	5
x_1, M	0	2	4	6	8	10
x_2, M	0	0	0	0	0	0
x_3, M	0	1	4	9	16	25
x_4, M	0	2	0	-2	0	2

У какого из тел скорость могла быть постоянна и отлична от нуля?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



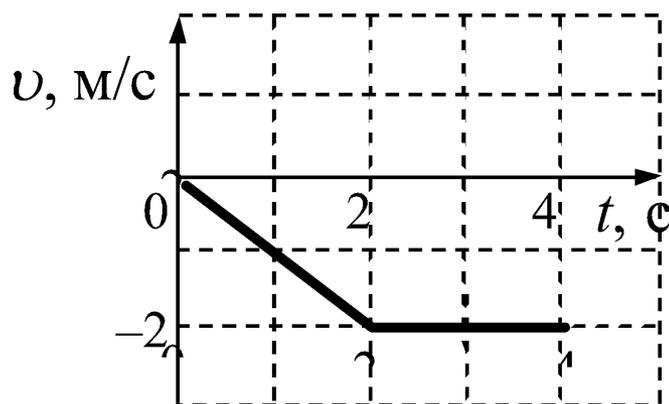
Подборка заданий по кинематике (А1)

2. Тело брошено вертикально вверх. Через 0,5 с после броска его скорость равна 20 м/с. Какова начальная скорость тела? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 15 м/с
- 2) 20,5 м/с
- 3) 25 м/с
- 4) 30 м/с

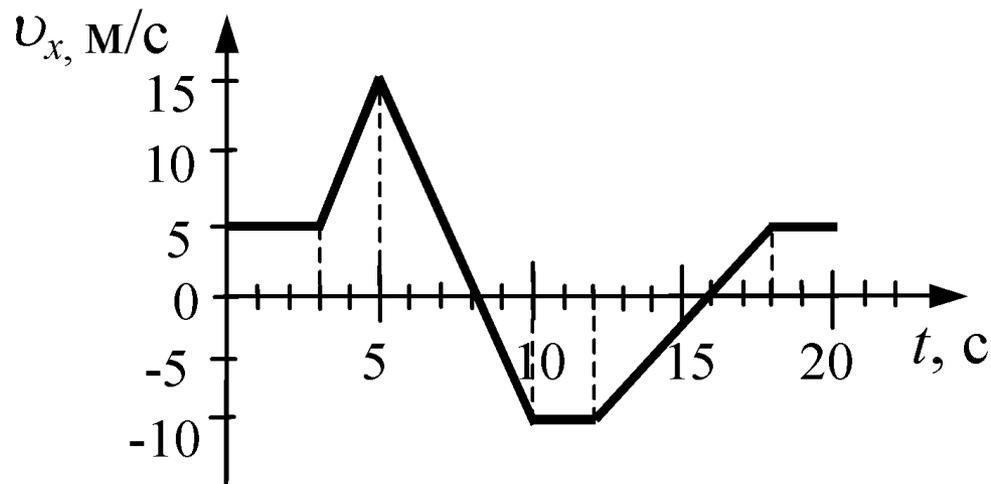
3. На графике показана зависимость скорости тела от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?

- 1) 7 м
- 2) 6 м
- 3) 5 м
- 4) 4 м

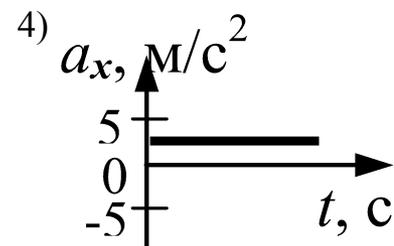
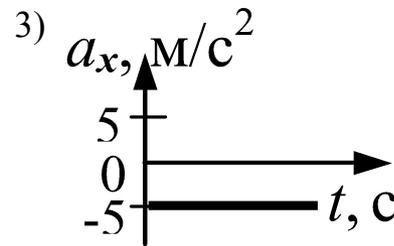
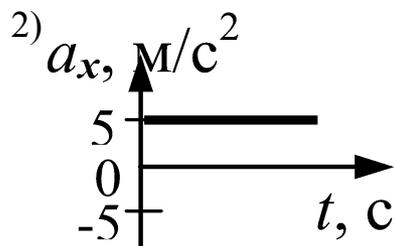
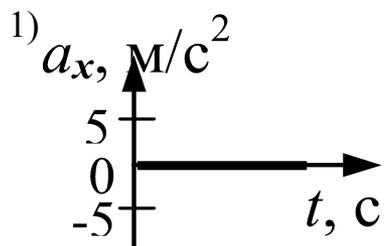


Подборка заданий по кинематике (А1)

4. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.



Проекция ускорения тела в интервале времени от 12 до 16 с представлена графиком



Подборка заданий по кинематике (А1)

5. Материальная точка движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Как изменится модуль ее центростремительного ускорения, если скорость точки увеличить втрое?
- 1) увеличится в 3 раза
 - 2) увеличится в 9 раз
 - 3) уменьшится в 3 раза
 - 4) уменьшится в 9 раз
6. Эскалатор метро поднимается со скоростью 1 м/с. Может ли человек, находящийся на нем, быть в покое в системе отсчета, связанной с Землей?
- 1) Может, если движется в противоположную сторону со скоростью 1 м/с.
 - 2) Может, если движется в ту же сторону со скоростью 1 м/с.
 - 3) Может, если стоит на эскалаторе.
 - 4) Не может ни при каких условиях.



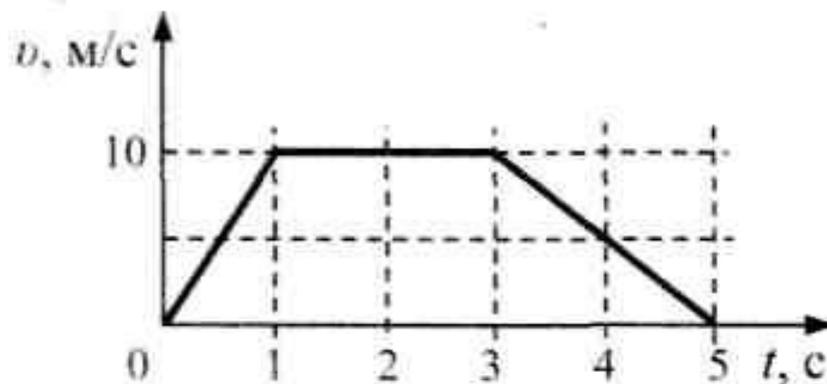
Подборка заданий по кинематике (А1)

7. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении: один со скоростью 40 км/ч, а другой - со скоростью 60 км/ч. При этом они

- 1) сближаются
- 2) удаляются
- 3) не изменяют расстояние друг от друга
- 4) могут сближаться, а могут и удаляться

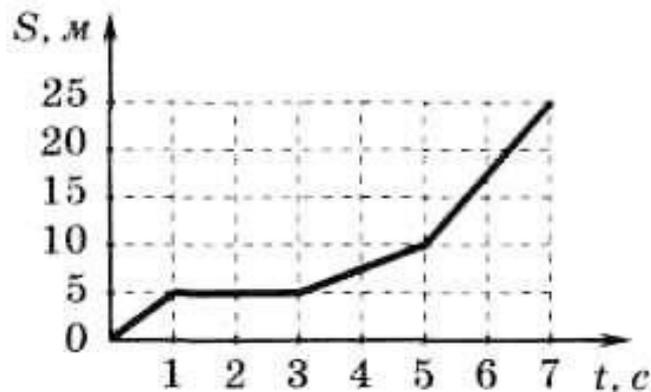
8. На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за 5 с.

- 1) 0 м
- 2) 20 м
- 3) 30 м
- 4) 35 м



Подборка заданий по кинематике (А1)

9. Вертолет равномерно поднимается вертикально вверх. Какова траектория движения точки на конце лопасти винта вертолета в системе отсчета, связанной с корпусом вертолета?
- 1) Точка
 - 2) Прямая
 - 3) Окружность
 - 4) Винтовая линия
10. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите интервал времени, когда велосипедист двигался со скоростью 5 м/с .
- 5) от 5 с до 7 с
 - 6) от 3 с до 5 с
 - 7) от 1 с до 3 с
 - 8) от 0 до 1 с



Подборка заданий по кинематике (А1)

11. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают равноускоренное движение. Ускорение мотоциклиста в 3 раза больше, чем у велосипедиста. В один и тот же момент времени скорости мотоциклиста больше скорости велосипедиста
- 1) в 1,5 раза
 - 2) в $\sqrt{3}$ раза
 - 3) в 3 раза
 - 4) в 9 раз
12. Два тела, брошенные с поверхности Земли вертикально вверх, достигли высот 10 м и 20 м и упали на Землю. Пути, пройденные этими телами, отличаются на
- 1) 5 м
 - 2) 20 м
 - 3) 10 м
 - 4) 30 м



Подборка заданий по кинематике (А1)

13. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид:
 $x = 1 + 4t - 2t^2$. Проекция скорости тела на ось Ox в момент времени $t = 1$ с при таком движении равна

1) 8 м/с

2) 3 м/с

3) 2 м/с

4) 0 м/с

14. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид:
 $x = 20 - 6t + 2t^2$. Через сколько секунд после начала отсчета времени $t = 0$ с проекция вектора скорости тела на ось Ox станет равной нулю?

1) $1,5^3$ с

2) 2^4 с

3с

5с



Подборка заданий по кинематике (А1)

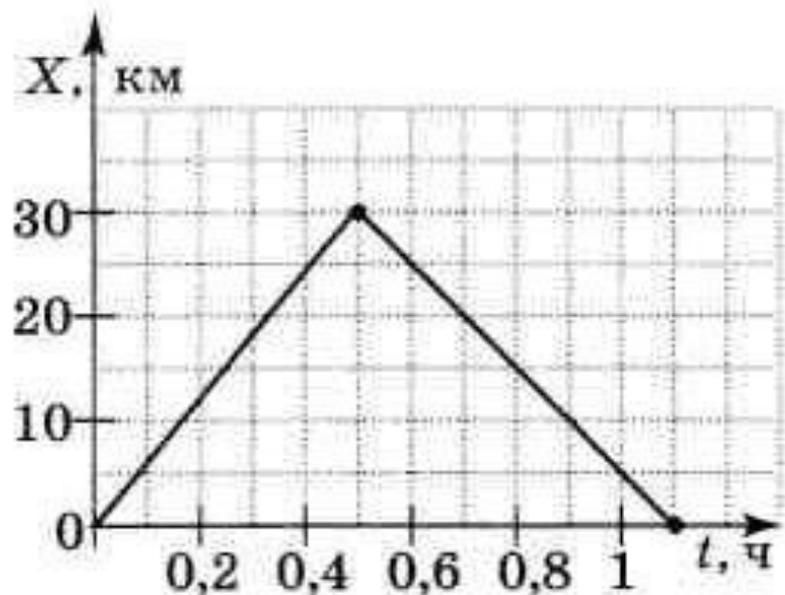
15. Когда мы говорим, что смена дня и ночи на Земле объясняется вращением Земли вокруг своей оси, то мы имеем в виду систему отсчета, связанную с
- 1) Солнцем
 - 2) Землей
 - 3) планетами
 - 4) любым телом
16. Координата тела меняется с течением времени согласно формуле $x = 5 - 3t$, где все величины выражены в СИ. Чему равна координата этого тела через 5 с после начала движения?
- 5) -15 м
 - 6) 10 м
 - 7) -10 м
 - 8) 15 м



Подборка заданий по кинематике (А1)

17. 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 скорость автобуса на пути из Б в А?

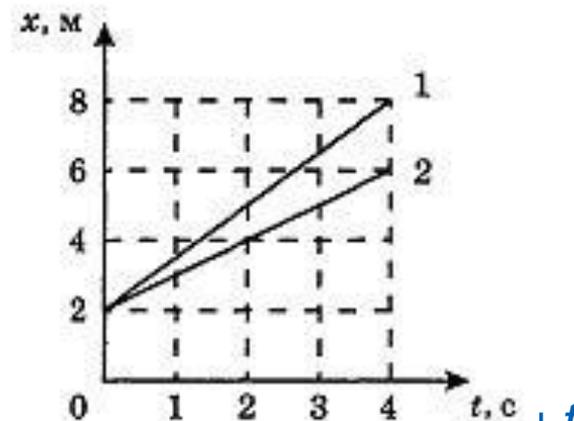
- 1) 40 км/ч
- 2) 60 км/ч
- 3) 50 км/ч
- 4) 75 км/ч



Подборка заданий по кинематике (А1)

18. На рисунке изображены графики координаты двух тел. Скорость первого тела больше скорости второго тела

- 1) в 1,5 раза
- 2) в 2 раза
- 3) в 2,5 раза
- 4) в 3 раза



19. Координата y материальной точки изменяется с течением времени t согласно уравнению $y = 2 - t$, а координата x этой точки изменяется с течением времени согласно уравнению $x = 4 + 2t$. Уравнение траектории этой точки, т.е. зависимость координаты y от координаты x имеет вид:

- 5) $y = 4 - 2x$
- 6) $y = 2 + 0,4x$
- 7) $y = 4 - 0,5x$
- 8) $y = 6 + x$



Подборка заданий по кинематике (А1)

20. Тело свободно падает с некоторой высоты с начальной скоростью, равной нулю. Время, за которое тело пройдет путь L , прямо пропорционально

1) L^2 2) $\frac{1}{L}$ 3) L^4 4) \sqrt{L}

21. Точка движется с постоянной по модулю скоростью по окружности радиуса R . Как изменится центростремительное ускорение точки, если ее скорость увеличить вдвое, а радиус окружности вдвое уменьшить?

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) увеличится в 8 раз



Подборка заданий по кинематике (А1)

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 соотношениями

- 1) $a_1 = 2a_2$ 2) $a_1 = a_2$ 3) $a_1 = \frac{1}{2}a_2$ 4) $a_1 = 4a_2$

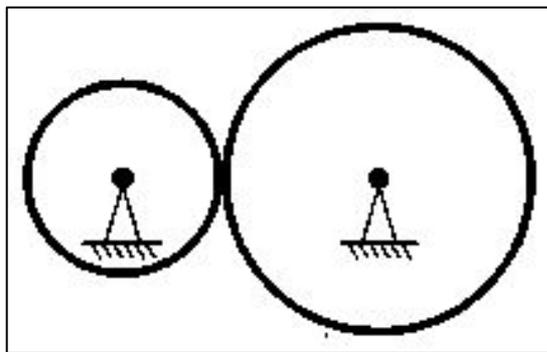
23. Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с центростремительным ускорением 5 м/с^2 . Скорость автомобиля равна

- 1) 12,5 м/с
2) 10 м/с
3) 5 м/с
4) 4 м/с



Подборка заданий по кинематике (с кратким ответом)

24. Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей (см. рисунок). Большая шестерня радиусом 10 см делает 20 оборотов за 10 с, а частота обращения меньшей шестерни равна 5 с^{-1} . Каков радиус меньшей шестерни? Ответ укажите в сантиметрах.



Следующая задача

Решение задачи



Решение

Дано:

$$R_1 = 0,1\text{ м}$$

$$N_1 = 20$$

$$t_1 = 10\text{ с}$$

$$v_2 = 5\text{ с}^{-1}$$

$$R_2 = ?$$

Решение

Т.к. шестерни сцеплены друг с другом, то можно записать:

$$v_1 = v_2$$

$$v_1 = \frac{2\pi R_1}{T_1} = \frac{2\pi R_1}{\frac{t_1}{N_1}} = \frac{2\pi R_1 N_1}{t_1}$$

$$v_2 = 2\pi R_2 v_2$$

$$\frac{2\pi R_1 N_1}{t_1} = 2\pi R_2 v_2$$

$$R_1 N_1 = t_1 R_2 v_2$$

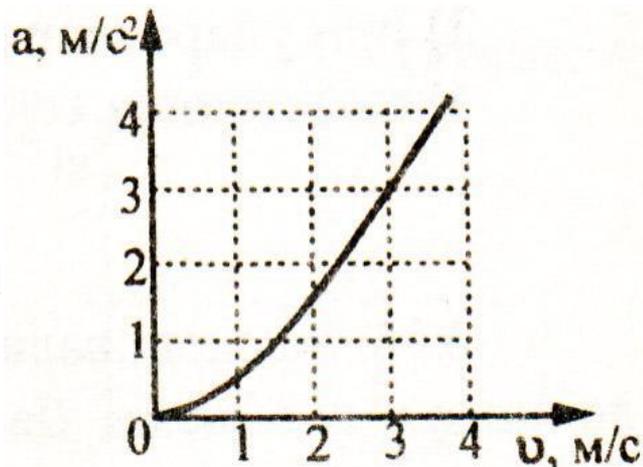
$$R_2 = \frac{R_1 N_1}{t_1 v_2} = \frac{0,1\text{ м} \cdot 20}{10\text{ с} \cdot 5\text{ с}^{-1}} = 0,04\text{ м}$$

$$R_2 = 4\text{ см}$$



Подборка заданий по кинематике (с кратким ответом)

25. Мальчик катается на карусели. На рисунке показан график изменения центростремительного ускорения мальчика в зависимости от линейной скорости его движения. Масса мальчика равна 40 кг. На каком расстоянии от оси вращения карусели находится мальчик?



Следующая задача

Решение задачи



Решение

$$m = 40 \text{ кг}$$

Решение.

$$R - ?$$

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

По графику находим значение ускорения соответствующее скорости, например, скорости 3 м/с соответствует ускорение 3 м/с².

Находим искомое расстояние от оси вращения:

$$R = \frac{(3 \text{ м/с})^2}{3 \text{ м/с}^2} = \frac{9 \text{ м}^2 / \text{с}^2}{3 \text{ м/с}^2} = 3 \text{ м}$$



Подборка заданий по кинематике (с кратким ответом)

26. Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с . Через 5 с от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением 3 м/с^2 . На каком расстоянии от остановки мотоциклист догонит грузовик?

Следующая задача

Решение задачи



Решение

$$v_{\Gamma} = 10 \text{ м/с}$$

$$t_{\Gamma} = 5 \text{ с}$$

$$a_{\Gamma} = 3 \text{ м/с}^2$$

S - ?

Решение.

Грузовик проехал S за время $(t + 5)$ с, где t – время движения мотоциклиста.

Исходя из этого, можно записать: $S = v_{\Gamma}(t + 5) = 10(t + 5)$

С другой стороны $S = \frac{a_{\Gamma} t^2}{2} = \frac{3t^2}{2}$

Левые части равенств одинаковы, следовательно можно приравнять и правые:

$$10(t + 5) = \frac{3t^2}{2}$$

$$10t + 50 = 1,5t^2$$

$$1,5t^2 - 10t - 50 = 0$$

$$t = 10(\text{с})$$

(Второе значение времени получается отрицательным, чего быть не может)

$$S = 10 \text{ м/с}(10 \text{ с} + 5 \text{ с}) = 150(\text{м})$$



Подборка заданий по кинематике (с кратким ответом)

27. Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время t увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с^2 .

Следующая задача

Решение задачи



Решение

Дано:

$$v = 3v_0$$

$$S = 20 \text{ м}$$

$$a = 5 \text{ м/с}^2$$

t - ?

Решение.

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad v = v_0 + at$$

Подставив известные данные в уравнения для перемещения и скорости получим систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} 20 = v_0 t + \frac{5t^2}{2} \\ 3v_0 = v_0 + 5t \quad 2v_0 = 5t \Rightarrow v_0 = 2,5t \end{cases}$$

$$20 = 2,5t \cdot t + \frac{5t^2}{2} \Rightarrow 5t^2 = 20 \Rightarrow t = 2 \text{ с}$$



Подборка заданий по кинематике (с кратким ответом)

28. Всадник проехал за первый час 8 км. Следующие 30 минут он двигался со скоростью 12 км/ч, а последний участок пути длиной 5 км прошел пешком со скоростью 5 км/ч. Определите среднюю скорость (в км/ч) всадника на второй половине пути.

Следующая задача

Решение задачи



Решение

Дано:

$$t_1 = 1ч$$

$$S_1 = 8км$$

$$t_2 = 30мин$$

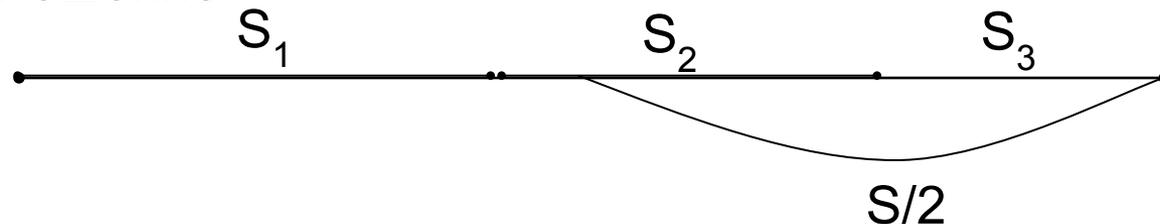
$$v_2 = 12км/ч$$

$$S_3 = 5км$$

$$v_3 = 5км/ч$$

$$v_{cp2} = ?(км/ч)$$

Решение



$$S = S_1 + S_2 + S_3 = S_1 + v_2 t_2 + S_3 = 8 + 12 \cdot \frac{1}{2} + 5 = 19(км)$$

$$\frac{S}{2} = \frac{19км}{2} = 9,5км$$

Вторая половина пути включает в себя S_3 и 4,5 км движения со скоростью 12 км/ч, поэтому время на второй половине пути можно подсчитать:

$$t = \frac{4,5км}{12км/ч} + t_3 = 0,375ч + 1ч = 1,375ч$$

Средняя скорость это отношение всего пути ко всему времени движения, т.е.

$$v_{cp2} = \frac{S/2}{t} = \frac{9,5км}{1,375ч} \approx 6,9км/ч$$



Подборка заданий по кинематике (с кратким ответом)

29. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с?

Следующая задача

Решение задачи



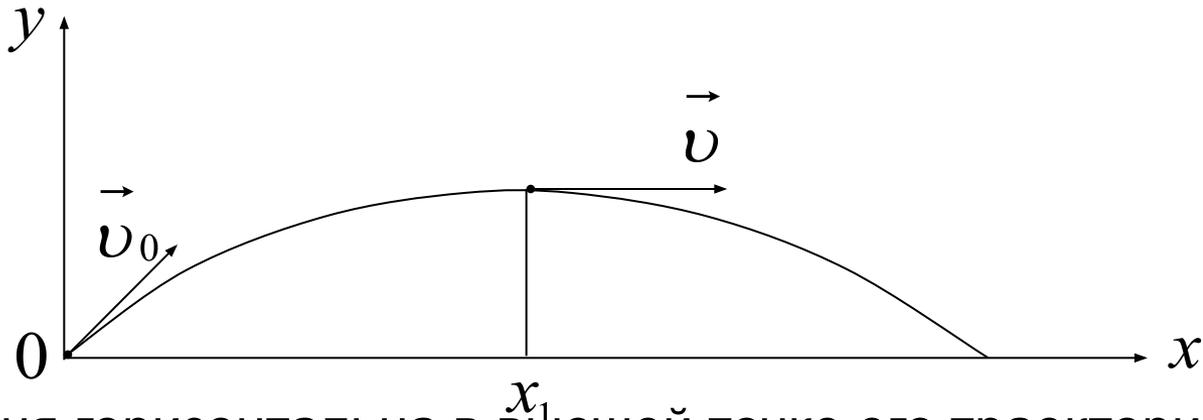
Решение

Дано:

$$S = 20\text{ м}$$

$$v = 10\text{ м/с}$$

$t - ?$



Скорость камня горизонтальна в высшей точке его траектории.

По времени – это ровно половина всего времени полета.

По горизонтали движение камня равномерное, следовательно можно вычислить общее время полета:

$$t_{\text{об}} = \frac{S}{v_x} = \frac{20\text{ м}}{10\text{ м/с}} = 2\text{ с}$$

$$t = \frac{t_{\text{об}}}{2} = \frac{2\text{ с}}{2} = 1\text{ с}$$



Подборка заданий по кинематике (с кратким ответом)

30. За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Чему равна начальная скорость тела на этом интервале?

Решение задачи



Решение

Дано:

$$t = 2c$$

$$a = const$$

$$S = 20m$$

$$v = \frac{v_0}{3}$$

$$v_0 = ?$$

Движение равноускоренное, следовательно можно записать:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$20 = 2v_0 + 2a$$

$$a = 10 - v_0$$

$$v = v_0 + at$$

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

$$a = \frac{\frac{v_0}{3} - v_0}{2} = -\frac{v_0}{3}$$

Приравняем правые части получившихся выражений:

$$10 - v_0 = -\frac{v_0}{3}$$

$$v_0 = 15(m/c)$$

