

Примеры решения задач по теме  
«Движение с постоянным  
ускорением»

Движение с постоянным ускорением  
свободного падения

Изучите презентацию, поставив  
ее на воспроизведение.

**основные  
формулы  
движения с  
постоянным  
ускорением:**

# Векторные уравнения:

Движение с постоянным ускорением  $\vec{a} = \text{const}$

*Зависимость скорости материальной точки от времени:*

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t$$

$\vec{v}_0$  - скорость материальной точки в момент времени  $t=0$ .

*Зависимость радиуса-вектора материальной точки от времени:*

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$\vec{r}_0$  - радиус-вектор материальной точки в момент времени  $t=0$ .

*Перемещение материальной точки за интервал*

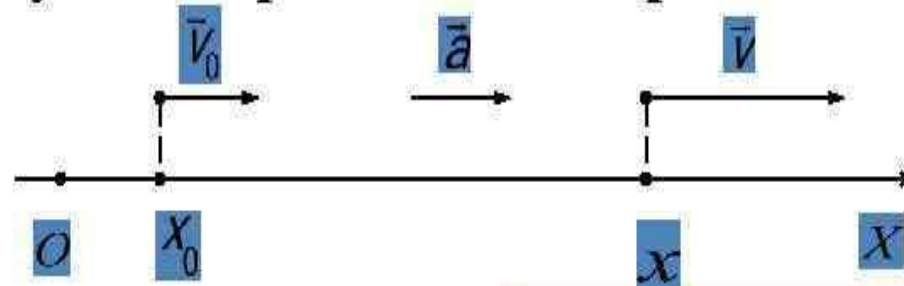
*времени от 0 до t:*

$$\Delta \vec{r}(t) = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

# Скалярные формулы:

Движение с постоянным ускорением

Формула для разности квадратов скоростей



$$\bar{v}_x = \bar{v}_{0x} + a_x \cdot t$$

$$x = x_0 + \bar{v}_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$$

Приращение координаты материальной точки за интервал времени от  $0$  до  $t$ :

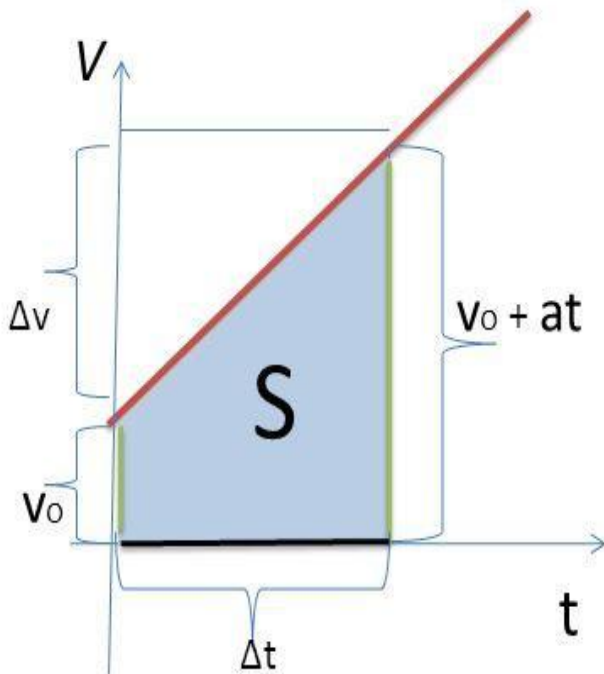
$$\Delta x = x - x_0 = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

Проекция на ось  $Ox$  перемещения материальной точки за интервал времени от  $0$  до  $t$ :

$$(\Delta \vec{r})_x = \Delta x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

# Вывод формулы:

Движение с постоянным ускорением (уравнение движения)



$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

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

$$S_y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$$

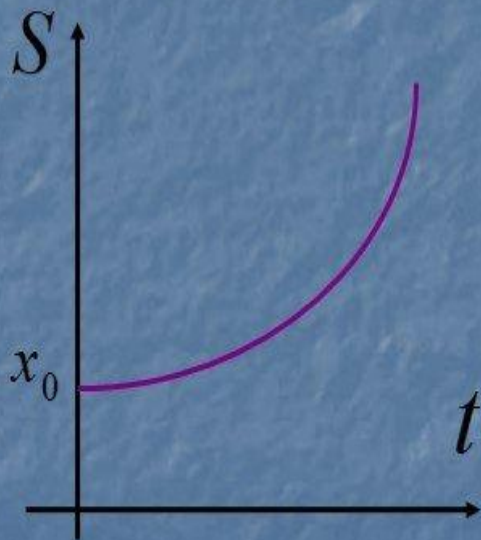
$$S = \frac{v + v_0}{2} t = \frac{v_0 + v_0 + at}{2} t$$

Уравнение равноускоренного движения

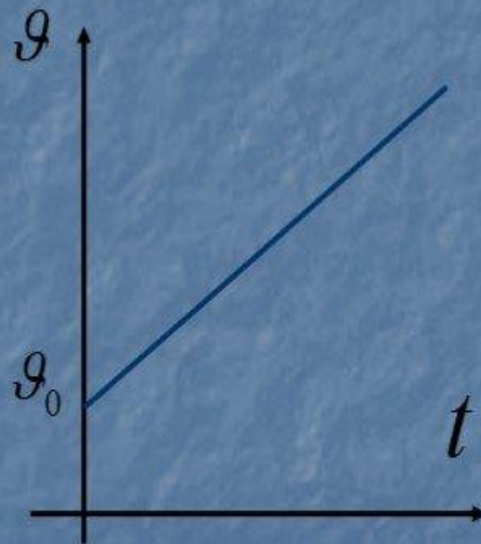
$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

# Простейшие графики

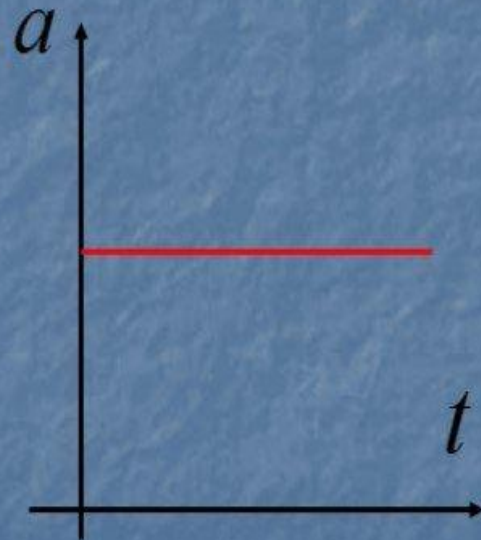
Графическое представление  
перемещения, скорости и ускорения  
при равноускоренном прямолинейном движении



перемещение



скорость



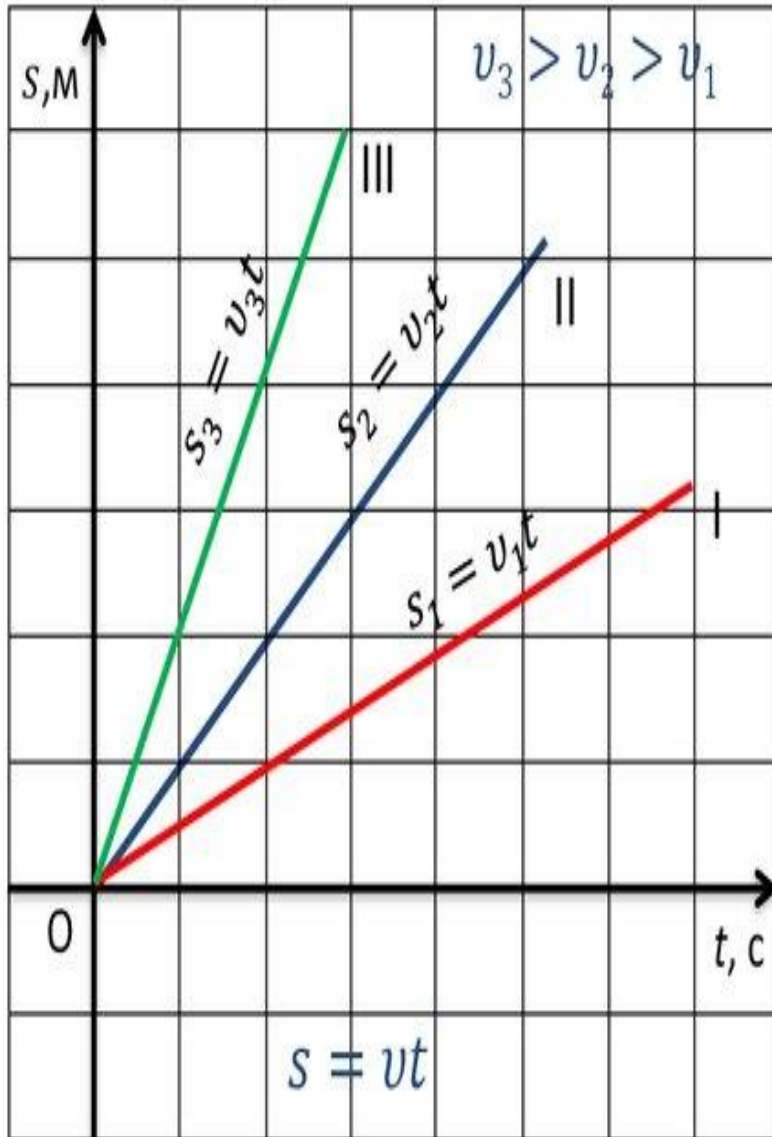
ускорение

# ГРАФИКИ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ

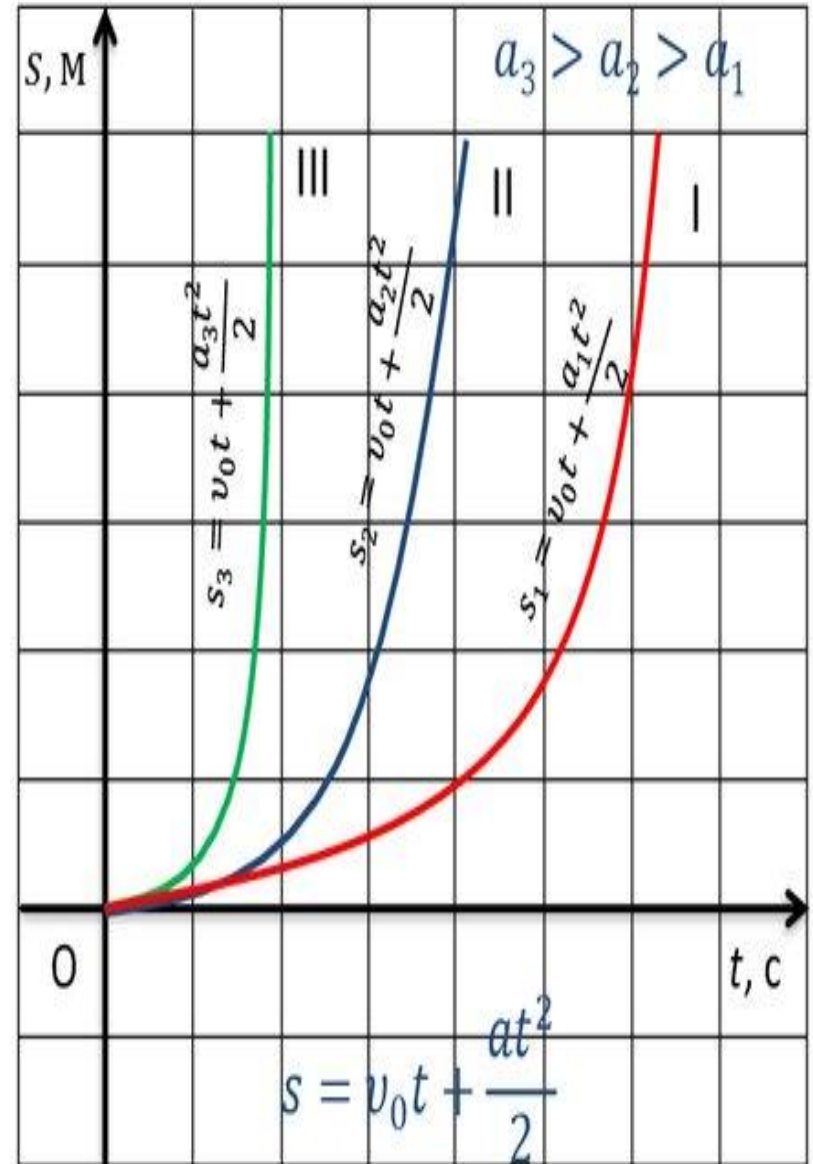
Формула	График	
	$\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}_0$	$\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}_0$
$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ $v_x = v_{0x} + a_x t$		
$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$		
$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$ $s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$		
$x = x_0 + v_0 t + \frac{a_x t^2}{2}$		

# Зависимость пути от времени:

Равномерное движение



Равноускоренное движение





Итак, основные формулы:

1.  $a_x = \frac{V_x - V_{0x}}{t}$  - ускорение

2.  $V_x = V_{0x} + a_x t$  - скорость

3.  $S_x = \frac{V_x + V_{0x}}{2} t$

4.  $S_x = V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$

5.  $S_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2a_x}$

6.  $X = X_0 + V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$  - уравнение прямолинейного равноускоренного движения

перемещение

Просмотрите и  
законспектируйте задачи  
слайдов 11-30, поставив  
презентацию на  
воспроизведение. Сначала  
попробуйте решить задачу  
самостоятельно, затем  
используйте подсказки слайда  
с решением.

**Задача №1.**

**С каким ускорением движется гоночный автомобиль, если его скорость за 6 с увеличивается со 144 до 216 км/ч?**

### Задача №1.

С каким ускорением движется гоночный автомобиль, если его скорость за 6 с увеличивается со 144 до 216 км/ч?

Дано

$$V_0 = 144 \text{ км/ч}$$

$$V = 216 \text{ км/ч}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

а - ?

“СИ”

$$40 \text{ м/с}$$

$$60 \text{ м/с}$$

Решение:

$$a = \frac{V - V_0}{t}$$
$$a = \frac{(60 - 40) \text{ м/с}}{6 \text{ с}} = 3,33 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a = 3,33 \text{ м/с}^2$ .

$$144 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{144 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$216 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{216 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

**Задача №2**

**За какое время ракета  
приобретает первую  
космическую скорость 7,9 км/с,  
если она будет двигаться с  
ускорением 50 м/с<sup>2</sup>?**

## Задача №2

За какое время ракета приобретает первую космическую скорость 7,9 км/с, если она будет двигаться с ускорением 50 м/с<sup>2</sup>?

Дано:

$$V = 7,9 \text{ км/с}$$

$$V_0 = 0$$

$$a = 50 \text{ м/с}^2$$

---

t - ?

“СИ”

$$7900 \text{ м/с}$$

Решение.

$$a = \frac{V - V_0}{t}, \text{ т.к. } V_0 = 0, \text{ то } a = \frac{V}{t} \quad \rightarrow$$

$$t = \frac{V}{a}$$

$$t = \frac{7900 \text{ м/с}}{50 \text{ м/с}^2} = 158 \text{ с.}$$

Ответ: t = 158 с.

**Задача №3**

**Рассчитайте длину взлетной  
полосы, если скорость  
самолета 300 км/ч, а время  
разгона 40 с.**

### Задача №3

Рассчитайте длину взлетной полосы, если скорость самолета 300 км/ч, а время разгона 40 с.

Дано:

$$V = 300 \text{ км/ч}$$

$$V_0 = 0$$

$$t = 40 \text{ с}$$

S - ?

“СИ”

$$83,3 \text{ м/с}$$

Решение.

$$S = \frac{V + V_0}{2} t$$

$$S = \frac{(83,3 + 0) \text{ м/с}}{2} \cdot 40 \text{ с} = 1666 \text{ м}$$

Ответ: S = 1666 м ≈ 1,7 км.



#### Задача №4

**Скорость гоночного  
автомобиля в момент начала  
разгона  $10 \text{ м/с}$ , ускорение  
 $5 \text{ м/с}^2$ . Определите путь,  
пройденный автомобилем за  $10$   
с после начала движения.  
Какова скорость автомобиля в  
конце десятой секунды  
разгона?**

#### Задача №4

Скорость гоночного автомобиля в момент начала разгона 10 м/с, ускорение 5 м/с<sup>2</sup>. Определите путь, пройденный автомобилем за 10 с после начала движения. Какова скорость автомобиля в конце десятой секунды разгона?

Дано:

$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$a = 5 \text{ м/с}^2$$

$$t = 10 \text{ с}$$

S - ?

V - ?

Решение.

$$S = V_0 t + \frac{a t^2}{2} ; \quad S = 10 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} + \frac{5 \text{ м/с}^2 \cdot (10 \text{ с})^2}{2} = 350 \text{ м.}$$

$$V = V_0 + a t ; \quad V = 10 \text{ м/с} + 5 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ с} = 60 \text{ м/с.}$$

Ответ: S = 350 м; V = 60 м/с.

**Задача №5**

**Тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 50 км/ч, равен 10 м. Чему равен тормозной путь этого же автомобиля при скорости 100 км/ч?**

### Задача №5

Тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 50 км/ч, равен 10 м. Чему равен тормозной путь этого же автомобиля при скорости 100 км/ч?

Дано:	“СИ”
$V = 0$	
$V_{o1} = 50 \text{ км/ч}$	13,9 м/с
$V_{o2} = 100 \text{ км/ч}$	27,8 м/с
$S_1 = 10 \text{ м}$	

$S_2 - ?$

Решение.

$$S_1 = \frac{V_{o1}^2}{2a} \rightarrow a = \frac{V_{o1}^2}{2S_1}$$

$$S_2 = \frac{V_{o2}^2}{2a} = \frac{V_{o2}^2 \cdot 2S_1}{2 V_{o1}^2} = S_1 \frac{V_{o2}^2}{V_{o1}^2}$$

$$S_2 = 10 \text{ м} \frac{(27,8 \text{ м/с})^2}{(13,9 \text{ м/с})^2} = 10 \frac{772,84}{193,21} = 40 \text{ м.}$$

Ответ:  $S_2 = 40 \text{ м.}$

**Задача №6**

**Какова длинна пробега самолета при посадке, если его посадочная скорость 140 км/ч, а ускорение при торможении 2 м/с<sup>2</sup>?**

## Задача №6

Какова длина пробега самолета при посадке, если его посадочная скорость 140 км/ч, а ускорение при торможении  $2 \text{ м/с}^2$ ?

Дано:

$$V_0 = 140 \text{ км/ч}$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$V = 0$$

“СИ”

$$38,9 \text{ м/с}$$

S - ?

$$140 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{140 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 38,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Решение.

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2 a_x} ; \quad a_x = -2 \text{ м/с}^2.$$

$$S = \frac{V_0^2}{2a}$$

$$S = \frac{(38,9 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 2 \text{ м/с}^2} \approx 378 \text{ м.}$$

Ответ:  $S = 378 \text{ м.}$

### Задача №7

Автомобиль, имея начальную скорость 54 км/ч, при торможении по сухой дороге проходит 30 м, а по мокрой – 90 м. Определите для каждого случая ускорение и время торможения.

## Задача №7

Автомобиль, имея начальную скорость 54 км/ч, при торможении по сухой дороге проходит 30 м, а по мокрой – 90 м. Определите для каждого случая ускорение и время торможения.

Дано:  
 $V = 0$   
 $V_0 = 54 \text{ км/ч}$   
 $S_1 = 30 \text{ м}$   
 $S_2 = 90 \text{ м}$

“СИ”

15 м/с

$a - ?$

$t - ?$

Решение.

$$S = \frac{V + V_0}{2} t \quad \Rightarrow \quad S = \frac{V_0 t}{2} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{2S}{V_0}$$

$$t_1 = ?$$

$$t_2 = ?$$

$$S = \frac{V_0^2}{2a} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{V_0^2}{2S}$$

$$a_1 = ?$$

$$a_2 = ?$$

Ответ:  $a_1 = 3,75 \text{ м/с}^2$ ;  $t_1 = 4 \text{ с}$ ;  
 $a_2 = 1,25 \text{ м/с}^2$ ;  $t_1 = 12 \text{ с}$ .



### Задача №8

При равноускоренном движении с начальной скоростью  $5 \text{ м/с}$  тело за  $3 \text{ с}$  прошло  $20 \text{ м}$ . С каким ускорением двигалось тело? Какова его скорость в конце третьей секунды?

## Задача №8

При равноускоренном движении с начальной скоростью 5 м/с тело за 3 с прошло 20 м. С каким ускорением двигалось тело? Какова его скорость в конце третьей секунды?

Дано:

$$V_0 = 5 \text{ м/с}$$

$$t = 3 \text{ с}$$

$$S = 20 \text{ м}$$

$a$  - ?

$V$  - ?

Решение.

$$S = V_0 t + \frac{a t^2}{2} \quad \Rightarrow \quad \frac{a t^2}{2} = S - V_0 t \quad \Rightarrow \quad a = \frac{2(S - V_0 t)}{t^2}$$

$$V = V_0 + at$$

$$a = \frac{2 \cdot (20 \text{ м} - 5 \text{ м/с} \cdot 3 \text{ с})}{9 \text{ с}^2} \approx 1,1 \text{ м/с}^2;$$

$$V = 5 \text{ м/с} + 1,1 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ с} = 8,3 \text{ м/с}.$$

Ответ:  $a = 1,1 \text{ м/с}^2$ ;  $V = 8,3 \text{ м/с}$ .

### Задача №9

**Два велосипедиста едут навстречу друг другу. Первый, имея начальную скорость 9 км/ч, спускается с горы с ускорением 0,4 м/с<sup>2</sup>. Второй поднимается в гору с начальной скоростью 18 км/ч и ускорением 0,2 м/с<sup>2</sup>. Через какое время встретятся велосипедисты, если начальное расстояние между ними 200 м?**

## Задача №9

Два велосипедиста едут навстречу друг другу. Первый, имея начальную скорость 9 км/ч, спускается с горы с ускорением  $0,4 \text{ м/с}^2$ . Второй поднимается в гору с начальной скоростью 18 км/ч и ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Через какое время встретятся велосипедисты, если начальное расстояние между ними 200 м?

Дано:

$$V_{o1x} = 9 \text{ км/ч}$$

$$a_{1x} = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$V_{o2x} = -18 \text{ км/ч}$$

$$a_{2x} = -0,2 \text{ м/с}^2$$

$$X_{o2} = 200 \text{ м}$$

$$X_{o1} = 0 \text{ м}$$

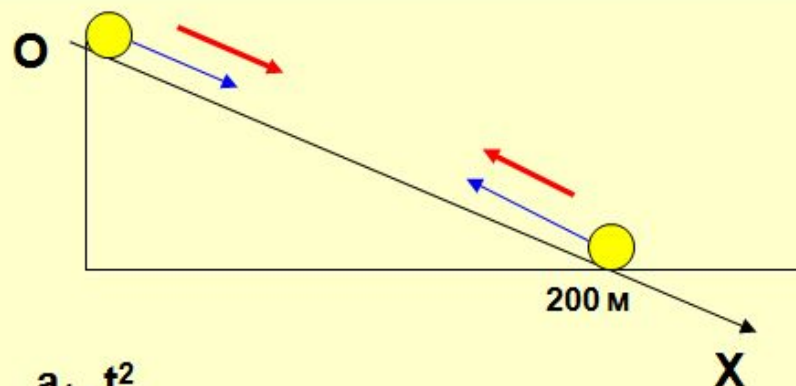
$t - ?$

“СИ”

$$2,5 \text{ м/с}$$

$$-5 \text{ м/с}$$

Решение.



$$\left\{ \begin{aligned} X_1 &= X_{o1} + V_{o1x}t + \frac{a_{1x} t^2}{2} \\ X_2 &= X_{o2} + V_{o2x}t + \frac{a_{2x} t^2}{2} \end{aligned} \right.$$

Место встречи  $X_1 = X_2$

или

$$X_1 = 2,5 t + \frac{0,4 t^2}{2} \quad \text{и} \quad X_2 = 200 - 5 t - \frac{0,2 t^2}{2}$$

$$2,5 t + 0,2 t^2 = 200 - 5 t - 0,1 t^2 \quad \Rightarrow \quad 0,3 t^2 + 7,5 t - 200 = 0 \quad \Rightarrow \quad t \approx 16,2 \text{ с.}$$

Ответ:  $t = 16,2 \text{ с}$

### Задача №10

**Уравнение координаты имеет вид  $X = 4 + 1,5t + t^2$ . Какое это движение? Напишите формулу зависимости скорости тела от времени. Чему равны скорость и координата тела через 6 с?**

## Задача №10

Уравнение координаты имеет вид  $X = 4 + 1,5t + t^2$ . Какое это движение?  
Напишите формулу зависимости скорости тела от времени. Чему равны скорость и координата тела через 6 с?

Дано:  
 $x = 4 + 1,5t + t^2$   
 $t = 6\text{ с}$

$V$  -?  
 $X$  -?

Решение.

Запишем уравнение равноускоренного движения в общем виде:

$$X = X_0 + V_{0x}t + \frac{a t^2}{2}$$

Сравним с данным уравнением:

$$x = 4 + 1,5t + 1t^2$$

$X_0 = 4 \text{ м}$

$V_{0x} = 1,5 \text{ м/с}$

$a$

$\frac{\quad}{2} = 1$

$a = 2 \text{ м/с}^2 > 0$

движение равноускоренное

Запишем уравнение скорости:  $V = V_0 + a t$

$V = 1,5 + 2 t$

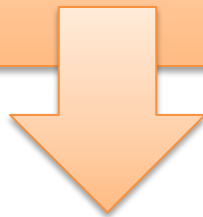
Вычисляем:  $V = 1,5 \text{ м/с} + 2 \text{ м/с}^2 \cdot 6\text{ с} = 13,5 \text{ м/с}$ .

$X = 4\text{ м} + 1,5 \text{ м/с} \cdot 6 \text{ с} + 1\text{ м/с}^2 (6 \text{ с})^2 = 49 \text{ м}$

Ответ:  $V = 1,5 + 2 t$ ;  $V = 13,5 \text{ м/с}$ ;  $X = 49 \text{ м}$ .

# **Движение с постоянным ускорением свободного падения**

**Изучите новый материал. Он  
соответствует § 13 учебника**



# 1. Из истории

- Аристотель (4 век до н.э.)

Ускорение, сообщаемое телом, тем больше, чем тяжелее тело

**Неверно!**

- Галилей (16 век)

Тела разных масс падают в вакууме с одинаковым ускорением

(Опыт с трубкой Ньютона)



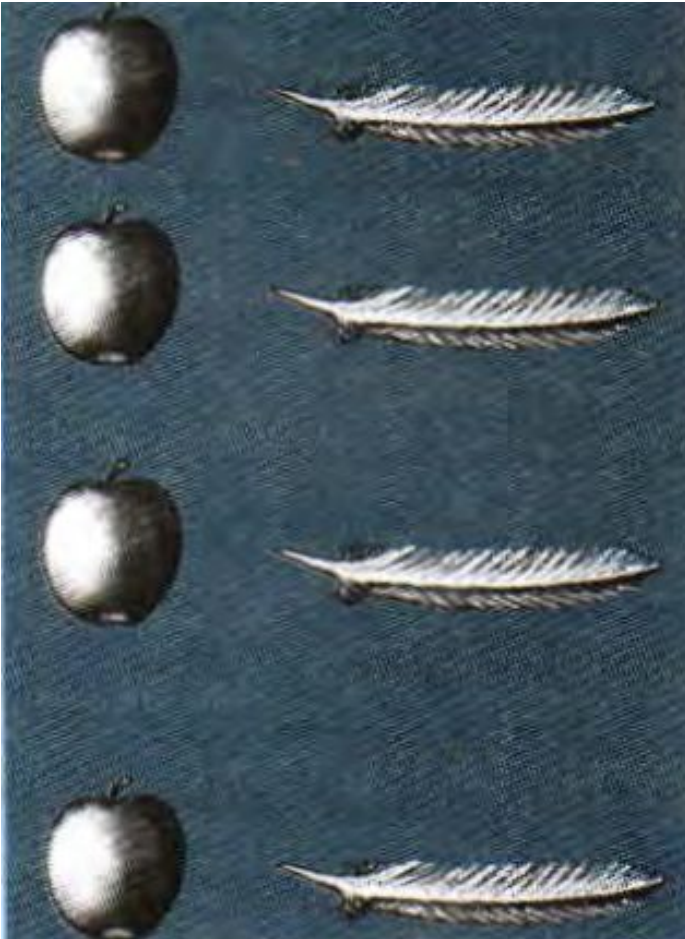
# Опыт Галилея.

- 1. При фиксированном угле наклона плоскости шар скатывается с постоянным ускорением.
- 2. При увеличении угла наклона плоскости ускорение шаров возрастает



- При любом угле наклона плоскости пройденное шаром по этой плоскости, пропорционально квадрату времени движения.

# Роберт Бойль



- наблюдал синхронное падение различных предметов в сосуде, из которого был откачан воздух

# *Кристиан Гюйгенс, 1656 г.*

- Впервые измерил ускорение свободного падения тел на Землю с помощью маятниковых часов.

- На Луне нет атмосферы, поэтому астронавты Д. Скотт и Дж. Ирвин наблюдали синхронное падение птичьего пера и молотка на поверхность Луны, происходящее с одинаковым ускорением.

$$g_{\text{л}} = 1,6 \text{ м/с}^2$$

# Свободное падение

- - движение под действием силы тяжести  $F_{\text{тяж}}$
- - падение тел в вакууме

# Ускорение свободного падения $g$

- — ускорение, с которым движется тело во время свободного падения.

$$g = 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$$

# Ускорение свободного падения зависит

- От радиуса Земли (географической широты)

$R_z \uparrow$ , то  $g \downarrow$

- От высоты тел над поверхностью Земли.

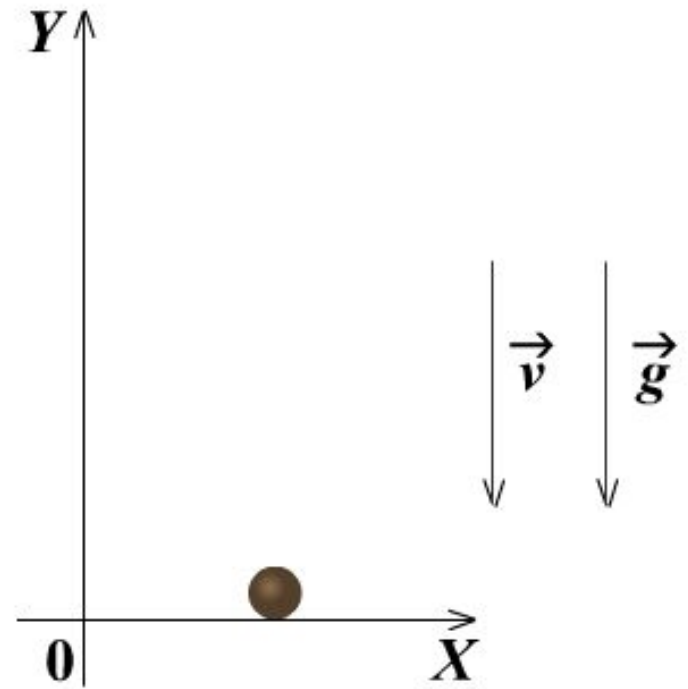
# Падение тела с некоторой высоты

Преобразование закона  
неравномерного движения  
и кинематических  
уравнений:

$$\text{Скорость: } \vec{v} = \vec{g}t$$

$$\text{Перемещение: } s_y = h = \frac{g_y t^2}{2}$$

$$\text{Координата тела: } y = y_0 - \frac{g_y t^2}{2}, y_0 = h$$





# Свободное падение тела, брошенного вертикально вверх

Скорость:  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$

Проекция перемещения:  $s_y = v_{0y}t - \frac{g_y t^2}{2}$

Координата тела:  $y = y_0 + v_{0y}t - \frac{g_y t^2}{2}$

# Особенности падения тел в воздухе

- 1) В начале движения происходит почти свободное падение тел.
- 2) Уменьшение ускорения тела при возрастании его скорости из-за увеличения силы сопротивления воздуха
- 3) Равномерное движение при равенстве силы сопротивления силе притяжения тела к Земле

# Задачи 30, 31:

- Тело свободно падает с некоторой высоты с начальной скоростью, равной нулю. Время, за которое тело пройдет путь  $L$ , прямо пропорционально:
  - 1)  $L^2$
  - 2)  $1/L$
  - 3)  $L$
  - 4)  $\sqrt{L}$
- Камень, брошенный вертикально вверх с поверхности Земли со скоростью  $20 \text{ м/с}$ , упал обратно на Землю. Сопротивление воздуха мало. Сколько времени камень находился в воздухе ?
- Время подъема равно времени падения.
- Воспользоваться законом неравномерного движения.
- Ответ:  $2\text{с} \cdot 2 = 4 \text{ с}$

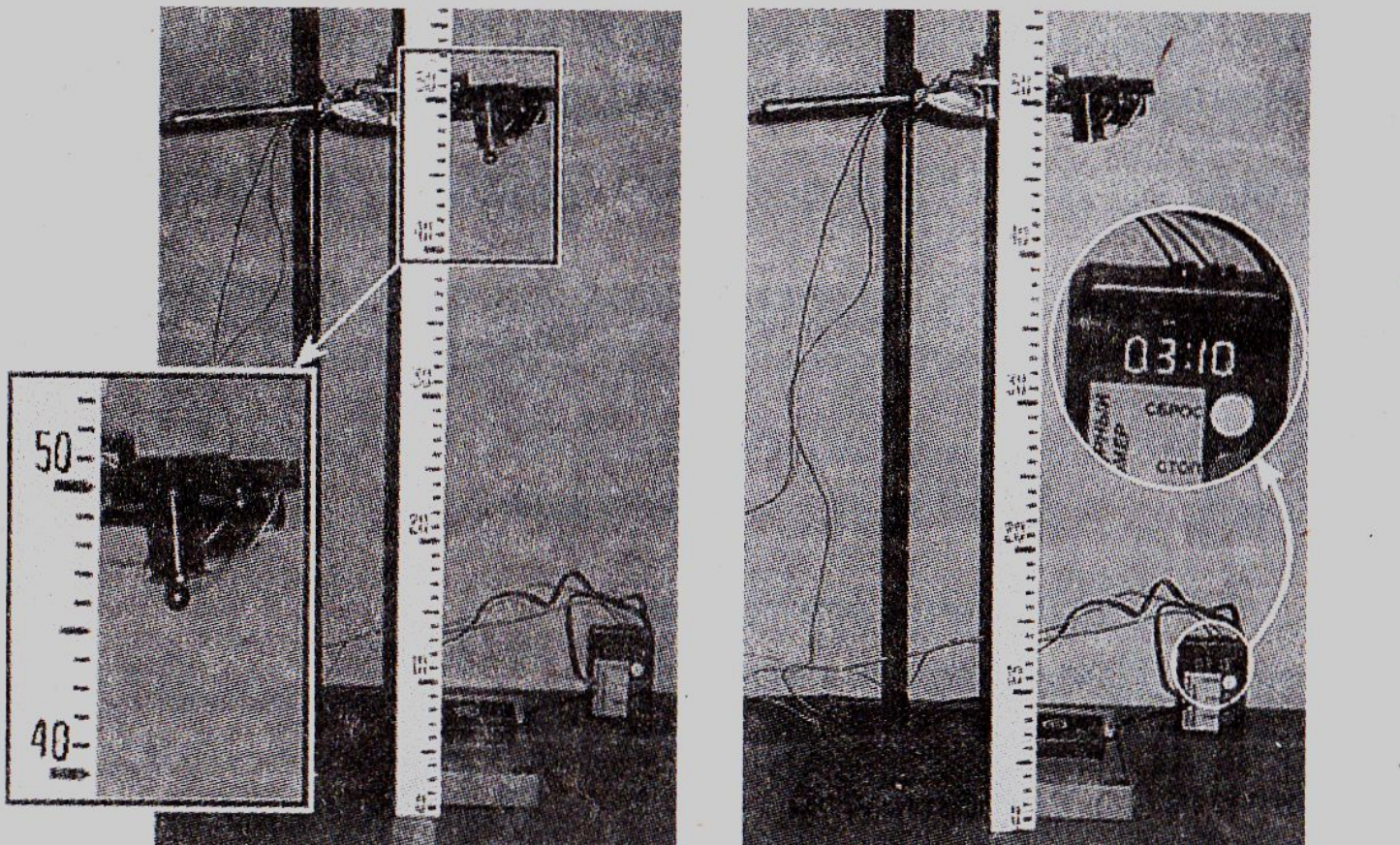
# Задача 32:

$$S = V_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$S = \frac{gt^2}{2}$$

$$g = \frac{2S}{t^2}$$

$$g \approx 9,57 \text{ м/с}^2$$



- На рисунках приведены фотографии установки для изучения свободного падения тел. При нажатии кнопки на секундомере шарик отрывается; при ударе шарика о датчик, совмещенный с началом линейки, секундомер выключается. Чему равно ускорение свободного падения по результатам эксперимента?

# Домашнее задание

-задачи слайдов 11-30

-§ 13 учебника

-Теоретический материал презентации

-Тест «движение с ускорением  
свободного падения» (выполнить до  
22.00 21 сентября 2021 г.)