

**Решение задач на тему:  
«Свободное падение».**

***«Только кухарка  
прибавляет соли на  
глаз,  
а физики должны все  
рассчитывать»  
П.Л. Капица***

## **Ответить на вопросы**

**Какое движение называют свободным падением?**

**Что доказывает опыт с трубкой Ньютона?**

**Чему равно численное значение ускорения свободного падения?**

**По каким формулам можно определить скорость и перемещение при свободном падении?**

## Задачи по физике на свободное падение подразделяются на:

1. Падение тела вниз при начальной скорости, равной нулю
2. Движение тела, брошенного вертикально вверх
3. Движение тела, брошенного под любым углом к горизонту, включая бросок в горизонтальном направлении

Свободное падение - это движение тела только лишь под действием силы тяжести. И хотя в реальных земных условиях действует еще сила сопротивления воздуха, но в школьных задачах она не учитывается! В задачах на свободное падение тело движется с *ускорением свободного падения  $g$* , вектор которого направлен всегда также, как вектор силы тяжести  $F_t$ .

Движение под действием постоянной силы - это равноускоренное движение, поэтому исходными формулами для решения являются 3 основные расчетные формулы равноускоренного движения: **для расчета скорости, перемещения и координаты тела.**

$$v_x = v_{0x} + g_x t$$
$$s_x = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}$$

**Расчетная формула координаты тела:**

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

**Если начальная скорость в задаче равна нулю, то формулы упрощаются.**

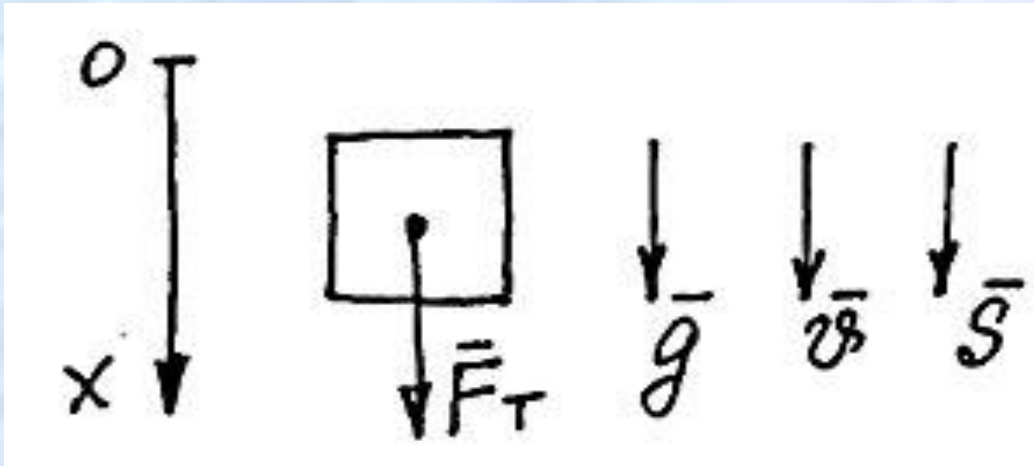
$$v_x = g_x t$$
$$S_x = \frac{g_x t^2}{2}$$

Помните, при решении задач используют расчетные формулы в проекциях векторов! Обратите внимание, что в этих формулах нет «минусов»! Минус может появиться при расчете, когда при подстановке числовых значений придется учитывать знак проекции вектора на ось!

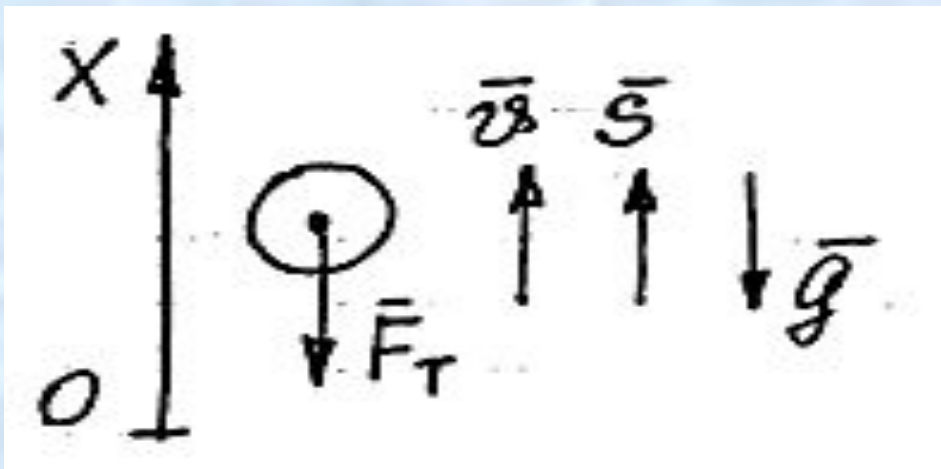
Для решения простой задачи выбираем нужную формулу. В более сложных задачах решаем систему из двух уравнений (системы). Обычно это выглядит, как решение задачи по действиям с использованием двух (трех) формул.

В решении необходимо сделать чертежи:

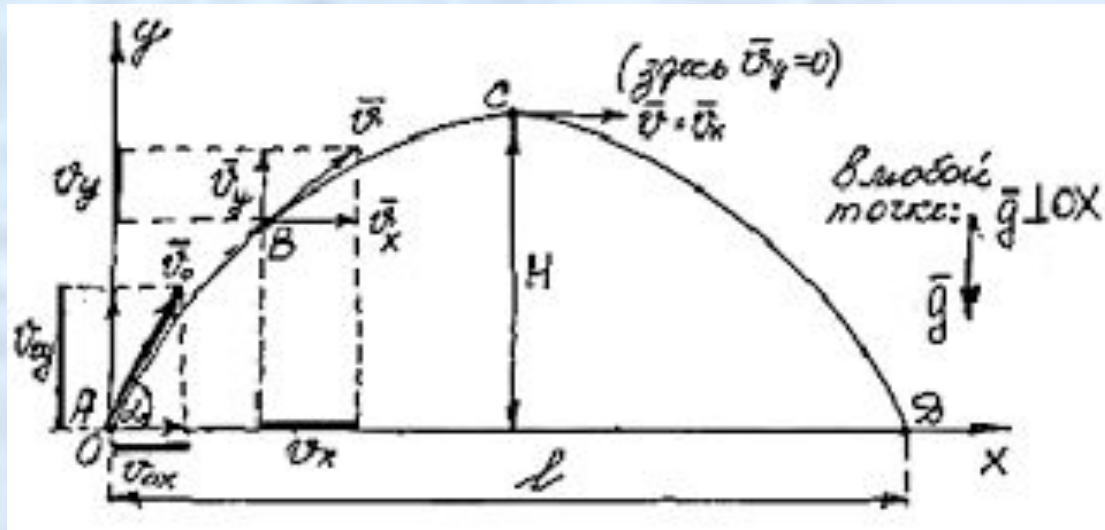
1. Для падения вниз



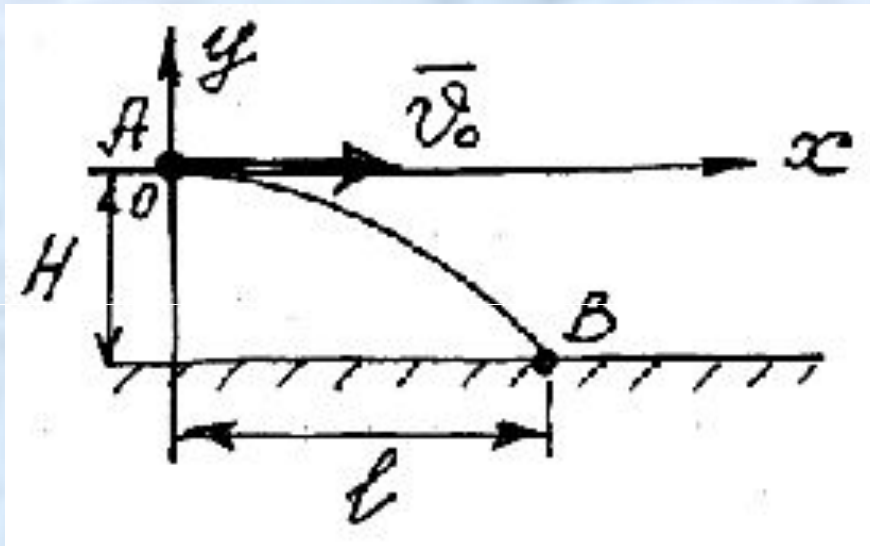
2. При броске вертикально вверх



### 3. При броске под углом



### 4. При броске в горизонтальном направлении



Выписать формулы к данной теме урока

$$\bar{g} = \frac{\bar{g} - g_0}{t}$$

$$\bar{g} = g_0 \pm g \cdot t$$

$$\bar{h} = g_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$

$$\bar{h} = \frac{g^2 - g_0^2}{2g}$$

$$y = y_0 \pm g_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$



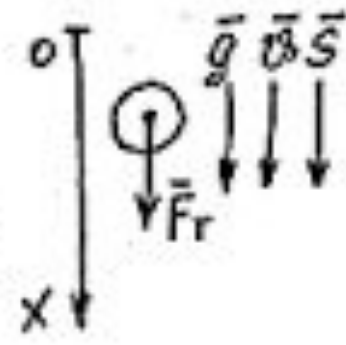
## Задача 1

Шишка, висевшая на ели, оторвалась и за 2 секунды достигла земли. На какой высоте висела шишка? Какую скорость она имела у самой земли?

Помни!

1. В данной задаче начальная скорость тела равна нулю, и формулы становятся проще!
2. Будем грамотны! Рассчитываем проекцию вектора, но ответ должен быть в модулях! В последней записи перед ответом переходим от проекции к модулю.

Дано:

$$t = 2\text{c}$$
$$v_0 = 0$$
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$
$$h = S = ?$$
$$v = ?$$


Решение:

$$S_x = \frac{g \cdot t^2}{2}$$
$$S_x = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (2\text{с})^2}{2} = 20\text{м}$$
$$S = |S_x| = 20\text{м}$$

$$v_x = g \cdot t$$
$$v_x = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2\text{с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$v = |v_x| = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $S = 20\text{м}$ ;  $v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

## Задача 2

С крыши дома высотой 25 метров падает кирпич.

Определить время его падения на землю.

Помни!

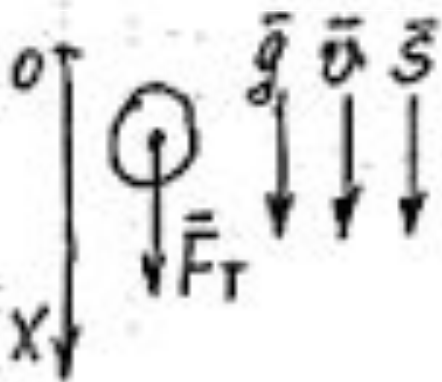
1. В данной задаче начальная скорость тела равна нулю, формула упрощается!
2. Выполнить преобразование формулы!

Дано:

$$S = 25 \text{ м}$$
$$v_0 = 0$$
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

---

$$t = ?$$



Решение:

$$S_x = \frac{g \cdot t^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot S_x}{g_x}}$$
$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 25 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \sqrt{5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 2,2 \text{ с}$$

Ответ:  $t = 2,2 \text{ с}$

### Задача 3

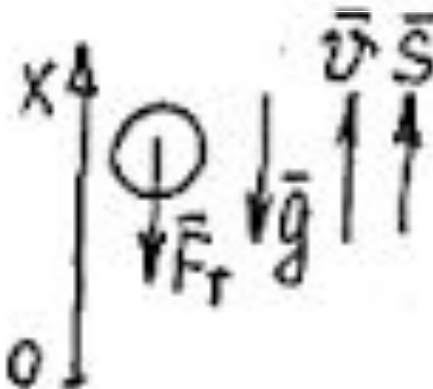
Мяч брошен вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Определить время подъема мяча на максимальную высоту.

Помните! Проекция вектора ускорения на ось отрицательна! В расчетах не забудьте о знаке минус!

Дано:

$$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$
$$v = 0$$

---

$$t = ?$$


Решение:

В максимальной точке подъема  $v = 0$

$$v_x = v_{0x} + g_x t \rightarrow t = \frac{v_x - v_{0x}}{g_x}$$
$$t = \frac{0 - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{-10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 1 \text{ с}$$

Ответ:  $t = 1 \text{ с}$

## Задача 4

Стрела пущена вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Определить максимальную высоту подъема стрелы.

Помни!

1. Конечная скорость тела, брошенного вертикально вверх, (на максимальной высоте подъема) равна нулю! Без этой величины задачу не решить!
2. Проекция вектора ускорения на ось отрицательна, не забудьте подставить «минус»!

**Дано:**

$$v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$
$$v = 0$$

---

$$h = S = ?$$

**Решение:**

$$S_x = v_{0x}t + \frac{g_x t^2}{2}$$
$$t = ?$$
$$v_x = v_{0x} + g_x t$$
$$t = \frac{v_x - v_{0x}}{g_x}$$
$$t = \frac{0 - 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{-10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 3 \text{ с}$$
$$S_x = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 3 \text{ с} + \frac{(-10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})(3 \text{ с})^2}{2} =$$
$$= 90 \text{ м} - 45 \text{ м} = 45 \text{ м}$$
$$S = |S_x| = 45 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 45 \text{ м}$

## Задача 5

Определить через сколько времени упадет на землю мяч, запущенный вертикально вверх от земли с начальной скоростью 25 м/с.

**Помните!** Движение тела состоит из двух частей: подъема и спуска. Общее время движения:

$$t = t \text{ (подъема)} + t \text{ (спуска)}$$

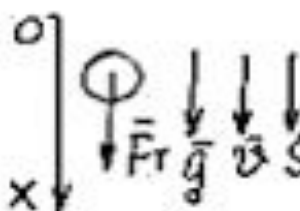
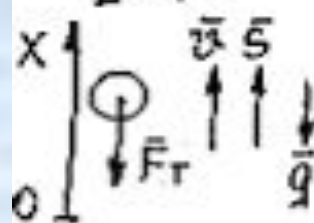
Интересно, что при таком движении тела время подъема и времени спуска одинаковы!

Дано:

$$v_0 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$t = ?$$



Решение:

$$t = t_{\text{подъема}} + t_{\text{спуска}}$$

Задача состоит из 2-х частей:

1) подъем

$$v_x = v_{0x} + g_x t \rightarrow t = \frac{v_x - v_{0x}}{g_x}$$

$$t_{\text{под.}} = \frac{0 - 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{-10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 2,5 \text{ с} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{где } v_x = 0 \\ g_x = -g \end{array} \right.$$

2) спуск

$$S_x = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2} \quad \left| \text{где } v_{0x} = 0 \right.$$

$S_x = ?$  - возвращаемся к 1-й половине задачи (подъему)

$$S_x = v_{0x} t_{\text{под.}} + \frac{g_x t_{\text{под.}}^2}{2}$$

$$S_x = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2,5 \text{ с} + \frac{(-10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}) (2,5 \text{ с})^2}{2} =$$

$$= 62,5 \text{ м} - 31,25 \text{ м} = 31,25 \text{ м}$$

Возвращаемся в спуск:

$$S_x = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2} = \frac{g_x t^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 S_x}{g_x}}$$

$$t_{\text{спуска}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 31,25 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = 2,5 \text{ с}$$

$$t = t_{\text{подъема}} + t_{\text{спуска}} = 2,5 \text{ с} + 2,5 \text{ с} = 5 \text{ с.}$$

Ответ:  $t = 5 \text{ с}$

Какую начальную скорость надо сообщить камню при бросании его вертикально вниз с моста высотой 20 м, чтобы он достиг поверхности воды через 1 с?

№207,  
Рымкевич

Дано :

$$h = 20 \text{ м}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$y_0 = 0$$

---

$$v_0 = ?$$

Решение :

$$h = y_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2} \Rightarrow h = v_0 t + \frac{gt^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_0 t = h - \frac{gt^2}{2} \quad v_0 = \frac{h}{t} - \frac{gt}{2}$$

$$v_0 = \frac{20}{1} - \frac{10 \cdot 1}{2} = 15 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Ответ :  $15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Снаряд зенитной пушки, выпущенный вертикально вверх со скоростью 800 м/с, достиг цели через 6 с. На какой высоте находился самолет противника и какова скорость снаряда при достижении цели?

№214,  
Рымкевич

Дано :

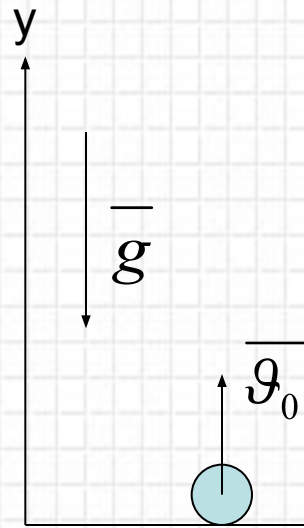
$$v_0 = 800 \text{ м/с}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

$h - ?$

$v - ?$

Решение :



$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 - gt$$

$$v = 800 - 10 \cdot 6 = 740 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$h = 800 \cdot 6 - \frac{10 \cdot 6^2}{2} = 4800 - 180 = 4620 (\text{м})$$

Ответ :  $h = 4620 \text{ м}$ ,  $v = 740 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с.  
На какой высоте и через сколько времени скорость  
тела будет в 3 раза меньше, чем в начале подъема?

№215,  
Рымкевич

Дано :

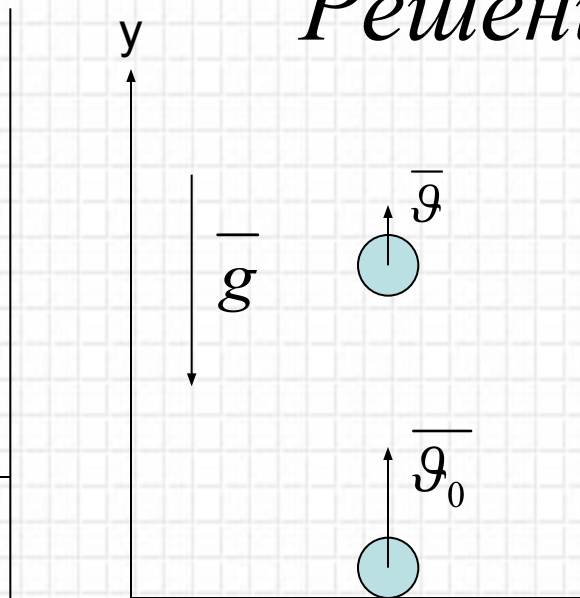
$$v_0 = 30 \text{ м/с}$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$h - ?$

$t - ?$

Решение :



$$h = \frac{v^2 - v_0^2}{-2g}$$

$$v = v_0 - gt$$

$$gt = v_0 - v \quad t = \frac{v_0 - v}{g}$$

$$t = \frac{30 - 10}{10} = 2(\text{с})$$

$$h = \frac{10^2 - 30^2}{-2 \cdot 10} = \frac{-800}{-20} = 40(\text{м})$$

Ответ :  $h = 40 \text{ м}, t = 2 \text{ с}.$