

# СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

Учебный материал по физике для 9 и 10 классов

Разработчик:  
Ткач Ольга Вячеславовна,  
учитель физики  
МБОУ СОШ №12  
города Воронежа

Свободное падение тел – изложение учебного материала (9 и 10

класс)  
Виды свободного падения

Тело падает с некоторой высоты без начальной скорости  
– формулы для расчётов (9 и 10 класс)

Тело брошено вертикально вверх – формулы для  
расчётов (9 и 10 класс)

Движение тела, брошенного горизонтально – формулы для  
расчётов (10 профильный класс)

Движение тела, брошенного горизонтально – задачи  
по теме (10 профильный класс)

Движение тела, брошенного под углом к горизонту – формулы  
для расчётов (10 профильный класс)

Движение тела, брошенного под углом к горизонту – задачи по  
теме (10 профильный класс)

**Свободное падение** – это движение тела только под влиянием притяжения к Земле при отсутствии действия других сил.

**Ускорение свободного падения  $g \approx 9,8$  м/с<sup>2</sup>** одинаково для всех тел, направлено вниз к центру Земли.



$$F_{\text{тяж}} = \frac{GM_{\text{земли}} m_{\text{тела}}}{R^2}$$

$$\Rightarrow g = \frac{GM_{\text{земли}}}{(R_{\text{земли}} + h)^2}$$

$$F_{\text{тяж}} = m_{\text{тела}} g$$

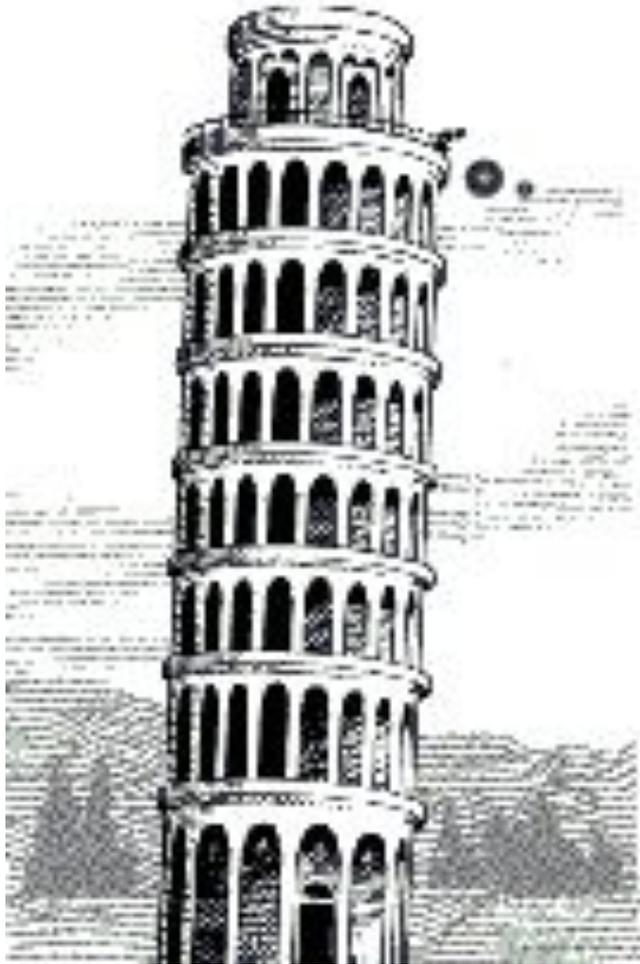
## Числовое значение g зависит от:

- Радиуса Земли (географической широты местности) – чем  $R_{\text{з}} \uparrow$  тем  $g \downarrow$
- Высоты тела над поверхностью Земли.



- **В условиях Земли падение тел считается условно свободным, т.к. при падении тела в воздушной среде всегда возникает еще и сила сопротивления воздуха.**
- На поверхности Земли (на уровне моря) ускорение свободного падения меняется от  $9,81 \text{ м/с}^2$  на полюсах до  $9,78 \text{ м/с}^2$  на экваторе.
- Во время свободного падения какого-либо объекта этот объект находится в состоянии невесомости. Его вес равен нулю, так как он не оказывает давления на опору или подвес.





- Знаменитая «падающая» башня — это колокольня собора в городе Пизе. Башня достигает в высоту 55 метров.
- В 1564 году в Пизе родился **Галилео Галилей**, будущий знаменитый ученый. Судя по его собственным рассказам, он использовал Пизанскую башню для своих опытов. **С верхнего ее этажа он бросал различные предметы, чтобы доказать, что скорость падения не зависит от веса падающего тела.**



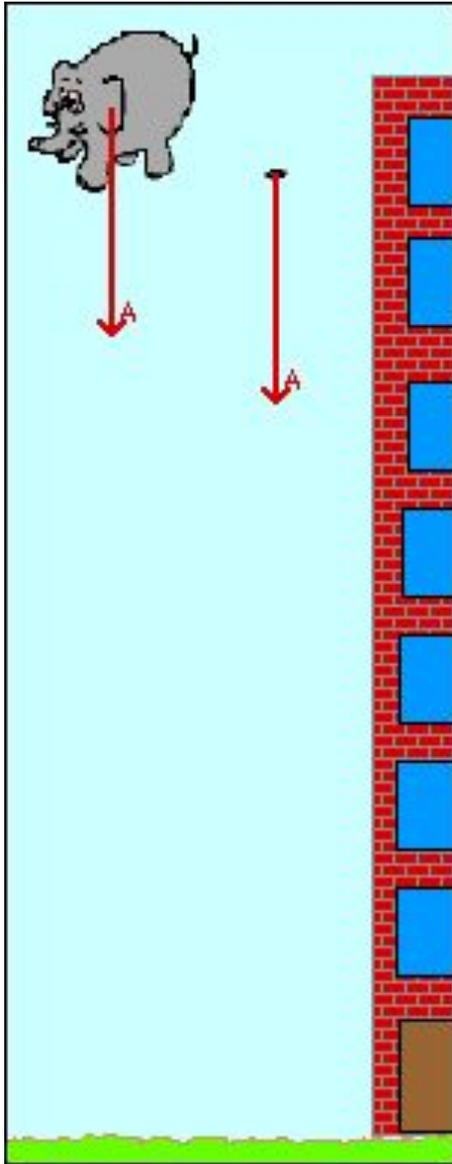


а

б

- Прост и убедителен опыт, проведённый впервые Ньютоном. Дробинку, кусочек пробки и перо помещают в стеклянную трубку, из которой выкачан воздух. После переворачивания трубки все предметы достигают дна одновременно. Следовательно, они падают с одинаковым ускорением.





- В условиях идеального падения падающие с одинаковой высоты тела достигают поверхности Земли, обладая одинаковыми скоростями и затрачивая на падение одинаковое время.



# Виды свободного падения тел

- Тело падает с некоторой высоты без начальной скорости
- Тело брошено вертикально вверх
- Тело брошено горизонтально
- Тело брошено под углом к горизонту



# Тело падает с высоты $h$ без начальной скорости

$$v_0 = 0$$

$$y_0 = 0$$

$$y_k = h$$

$$a_y = g$$

$$\downarrow \vec{g}(+)$$

$$\bullet v_0 = 0$$

$$\downarrow \vec{v}(+)$$

$$\downarrow S_y = h(+)$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t \Rightarrow v = gt$$

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

$$S_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y} \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

$$S_y = \frac{v_y + v_{0y}}{2} t \Rightarrow h = \frac{vt}{2}$$



# Тело брошено вертикально вверх



$$y_0 = 0$$

$$y_k = h$$

$$a_y = -g$$

$$\bullet v_k = 0$$

$$\downarrow \vec{g}(-)$$

$$\uparrow \vec{v}(+)$$

$$\uparrow S_y = h(+)$$

$$\uparrow \vec{v}_0(+)$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t \Rightarrow v = v_0 - gt$$

$$S_y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} \Rightarrow h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$S_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y} \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}$$

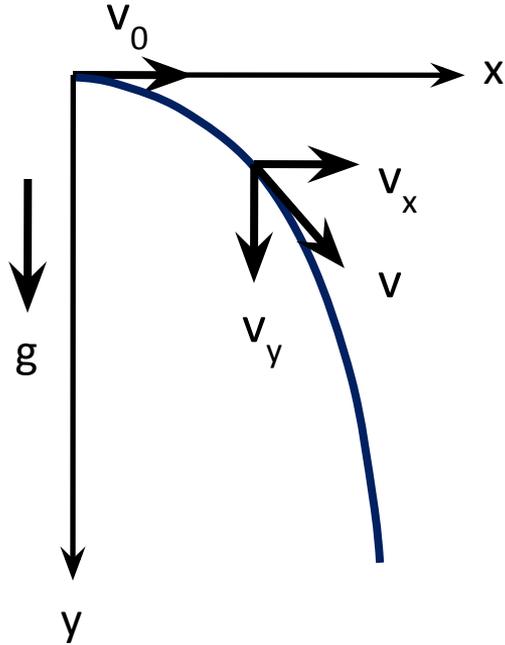
$$S_y = \frac{v_y + v_{0y}}{2} t \Rightarrow h = \frac{v_0 t}{2}$$



# Движение тела, брошенного

## горизонтально

Движение рассматривается отдельно по оси OX и по оси OY. Затем составляется система уравнений.



OX: движение равномерное

$$a_x = 0 \Rightarrow v_x = v_0 = \text{const},$$

$$S_x = v_0 t, x = x_0 + v_0 t = x_0 + S_x$$

OY: движение равноускоренное

$$v_{0y} = 0, a_y = g$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t \Rightarrow v_y = gt$$

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

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Траекторией тела является участок параболы.



# Движение тела, брошенного горизонтально

- 1.85. Самолёт летит горизонтально со скоростью 900 км/ч на высоте 8 км. За сколько километров до цели лётчик должен сбросить бомбу?

Ответ

Следующее  
задание



# Движение тела, брошенного горизонтально

- 1.86. Используя формулу, выведенную при решении предыдущей задачи, определите, во сколько раз увеличится дальность полёта тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если начальную скорость тела увеличить в 2 раза.

Ответ

Следующее  
задание



# Движение тела, брошенного горизонтально

- 1.89. Дальность полёта тела, брошенного горизонтально со скоростью  $4,9 \text{ м/с}$ , равна высоте, с которой его бросили. Чему равна эта высота?

Ответ

Следующее  
задание



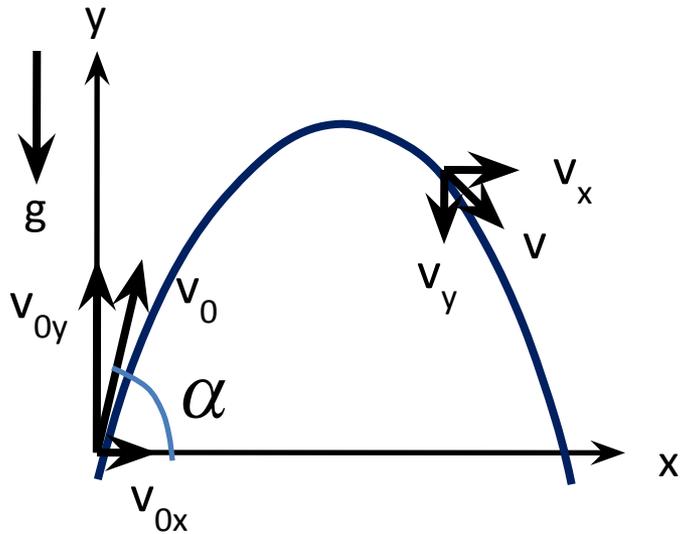
# Движение тела, брошенного горизонтально

- 1.91. Тело бросили горизонтально со скоростью  $40 \text{ м/с}$  с некоторой высоты. Определите его скорость через три секунды.

Ответ



# Движение тела, брошенного под углом к горизонту



$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Траекторией тела является участок параболы.

Движение рассматривается отдельно по оси OX и по оси OY. Затем составляется система уравнений.

OX: движение равномерное

$$a_x = 0 \Rightarrow v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha = \text{const},$$

$$S_x = v_x t = v_0 \cos \alpha \cdot t, x = x_0 + S_x$$

OY: движение равноускоренное

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha, a_y = -g$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t \Rightarrow v_y = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$S_y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} \Rightarrow S_y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$



# Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Время подъёма тела и время полёта:

В верхней точке  $v_y = 0$        $0 = v_0 \sin \alpha - gt \Rightarrow gt = v_0 \sin \alpha \Rightarrow$

$$t_{\text{подъёма}} = t_{\text{падения}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \qquad t_{\text{полёта}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

Дальность полёта:

$$S_x(t_{\text{полёта}}) = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{полёта}} = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow \sin 2\alpha = 1 \Rightarrow S_{\text{полёта}} \text{ max}$$

Наибольшая высота подъёма

тела:

$$S_y \text{ max} = S_y(t_{\text{подъёма}}) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$



Движение тела, брошенного под углом к  
горизонту

1.103. Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полёте 20 с. Какой наибольшей высоты достиг снаряд?

Ответ

Следующее  
задание



# Движение тела, брошенного под углом к горизонту

1.106. Тело брошено с поверхности земли под углом  $30^\circ$  к горизонту. Полное время полёта оказалось равным 2 с. Найдите начальную скорость тела.

Ответ

Следующее  
задание



# Движение тела, брошенного под углом к горизонту

1.107. Под каким углом к горизонту нужно бросить тело, чтобы скорость его в наивысшей точке подъёма была вдвое меньше первоначальной?

Ответ

Следующее  
задание



Движение тела, брошенного под углом к  
горизонту

1.115. Из шланга бьёт струя воды под  
углом  $15^{\circ}$  к горизонту. Струя падает на  
расстоянии 20 м от шланга. Площадь  
отверстия  $1 \text{ см}^2$ . Какая масса воды  
выбрасывается из шланга за минуту?

Ответ



# Список использованной литературы

- Учебник Перышкин А.В., Е.М. Гутник „Физика. 9 класс“; М.: «Дрофа»
- Учебник Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. „Физика, 10 класс, классический курс“; М.: «Просвещение»
- А.И. Черноуцан «Физика. Задачи с ответами и решениями: Учебное пособие»; М.: «КДУ»
- Shockwave Flash Object «Опыт Ньютона»  
[http://www.physbook.ru/images/e/ed/Img\\_kin05\\_001.jpg](http://www.physbook.ru/images/e/ed/Img_kin05_001.jpg)
- ACDSsee 9.0 GIF Image «Свободное падение тел»  
[http://class-fizika.narod.ru/9\\_class/13/77.gif](http://class-fizika.narod.ru/9_class/13/77.gif)
- ACDSsee 9.0 GIF Image «Опыт Галилео Галилея»  
[http://class-fizika.narod.ru/9\\_class/13/66.gif](http://class-fizika.narod.ru/9_class/13/66.gif)