

СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

Учебный материал по физике для 9 и 10 классов

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

Ускорение свободного падения $g \approx 9,8$ м/с² одинаково для всех тел, направлено вниз к центру Земли.



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

⇒

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

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

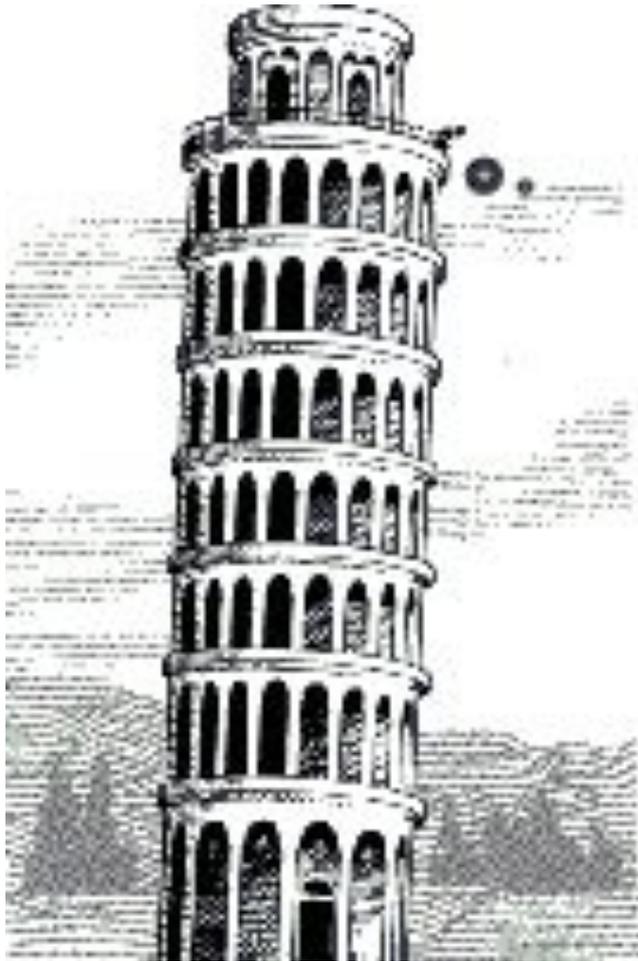
Числовое значение g зависит от:

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



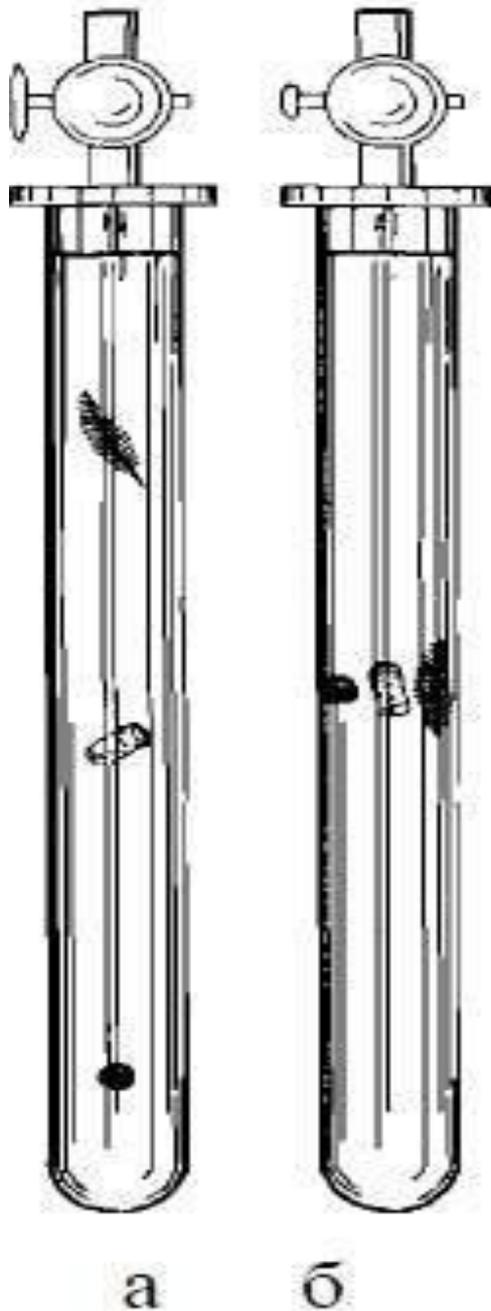
- **В условиях Земли падение тел считается условно свободным, т.к. при падении тела в воздушной среде всегда возникает еще и сила сопротивления воздуха.**
- На поверхности Земли (на уровне моря) ускорение свободного падения меняется от $9,81 \text{ м/с}^2$ на полюсах до $9,78 \text{ м/с}^2$ на экваторе.
- 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.





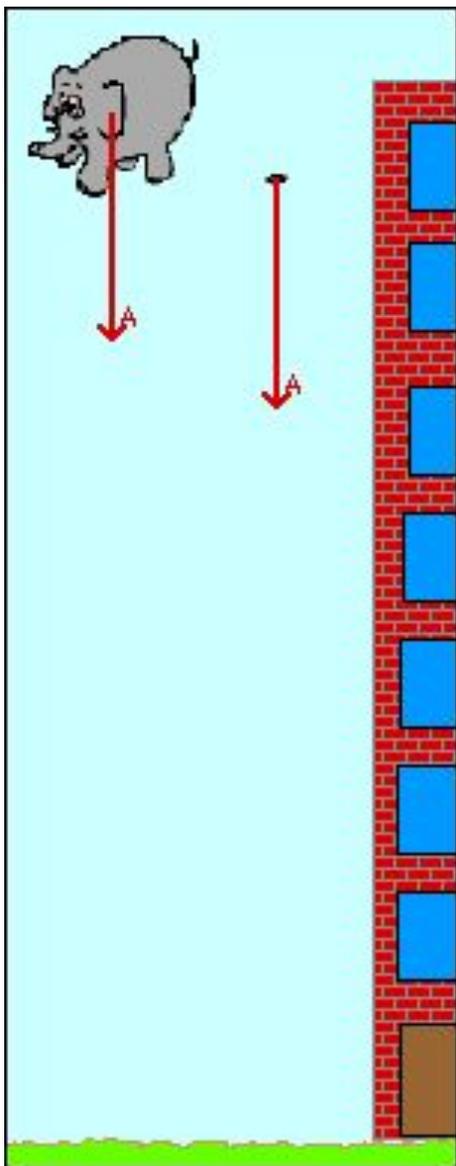
- Знаменитая «падающая» башня — это колокольня собора в городе Пизе. Башня достигает в высоту 55 метров.
- В 1564 году в Пизе родился **Галилео Галилей**, будущий знаменитый ученый. Судя по его собственным рассказам, он использовал Пизанскую башню для своих опытов. **С верхнего ее этажа он бросал различные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





- 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





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



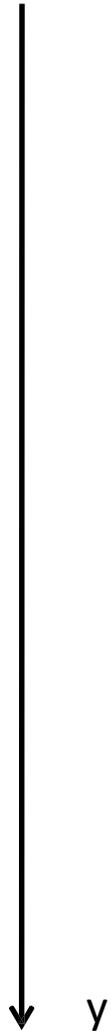
Виды свободного падения

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



$$v_0 = 0$$

$$y_0 = 0$$

$$y_k = h$$

$$a_y =$$

$$g$$

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

$$\bullet v_0 = 0$$

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

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

$$v_y = v_0 + a_y t \Rightarrow v =$$

$$gt$$

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

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

$$S_y = \frac{v_y + v_0}{2} t \Rightarrow h = \frac{vt}{2}$$



Тело брошено вертикально

↑ **ВВЕРХ**

$$y_0 = 0$$

$$y_k = h$$

$$a_y = -g$$

$$v_k = 0$$

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

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

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

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

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

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

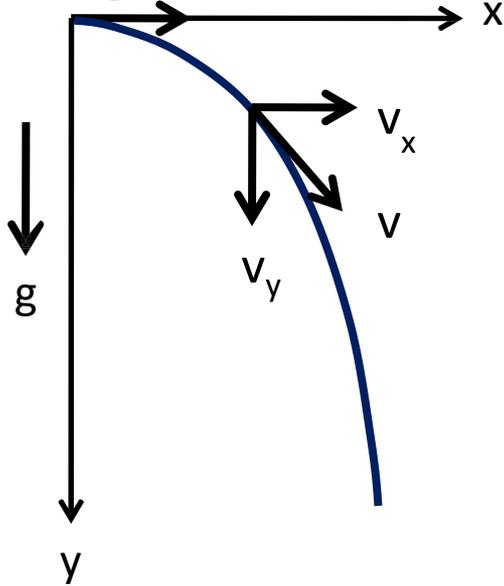
$$S_y = \frac{v^2 - v_0^2}{2a_y} \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}$$

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



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

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

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

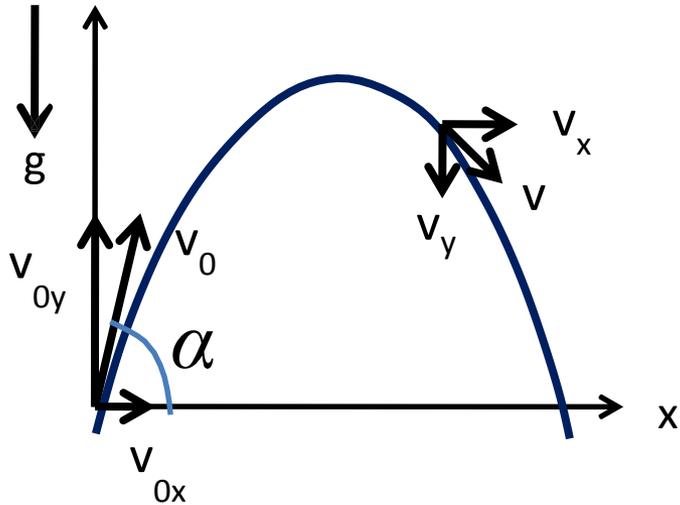
$$S_y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} \Rightarrow S_y = h = \frac{gt^2}{2}$$

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

Траекторией тела является участок параболы.



Движение тела, брошенного под углом к горизонту



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

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

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

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

OY: движение равноускоренное

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

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

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

Траекторией тела является участок параболы.



Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Время подъёма тела и время полёта:

В верхней точке

$$v_y = 0 \quad 0 = v_0 \sin \alpha - gt \Rightarrow gt = v_0 \sin \alpha \Rightarrow$$

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

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

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:

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

