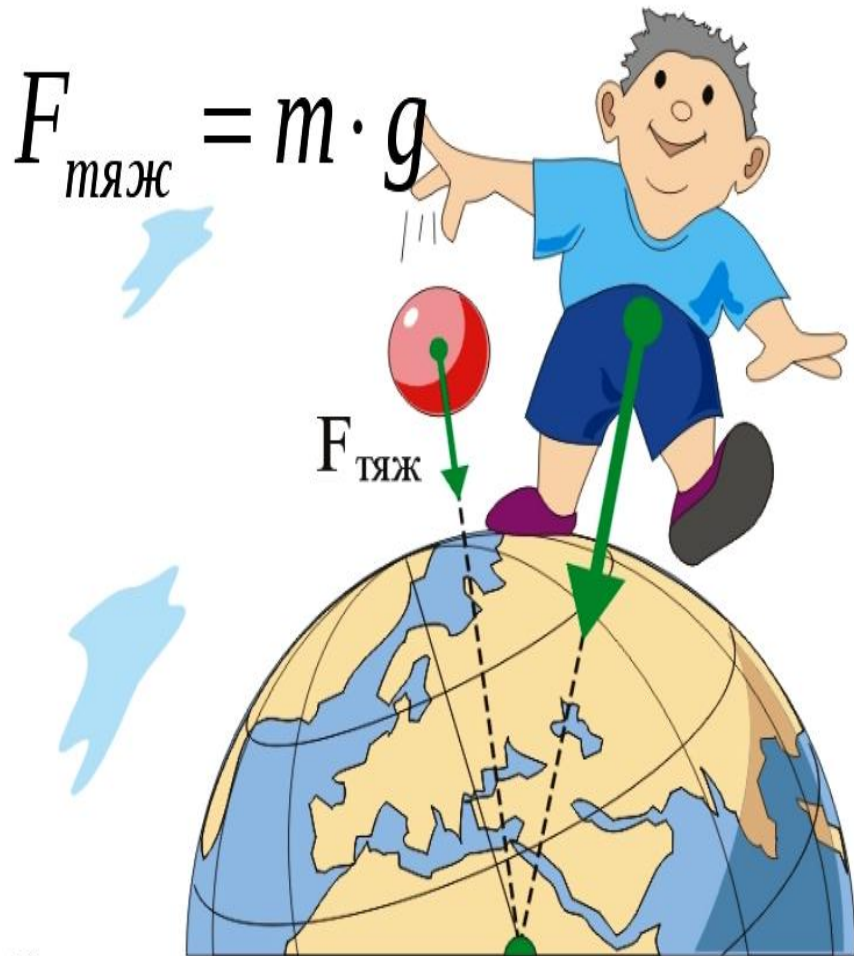


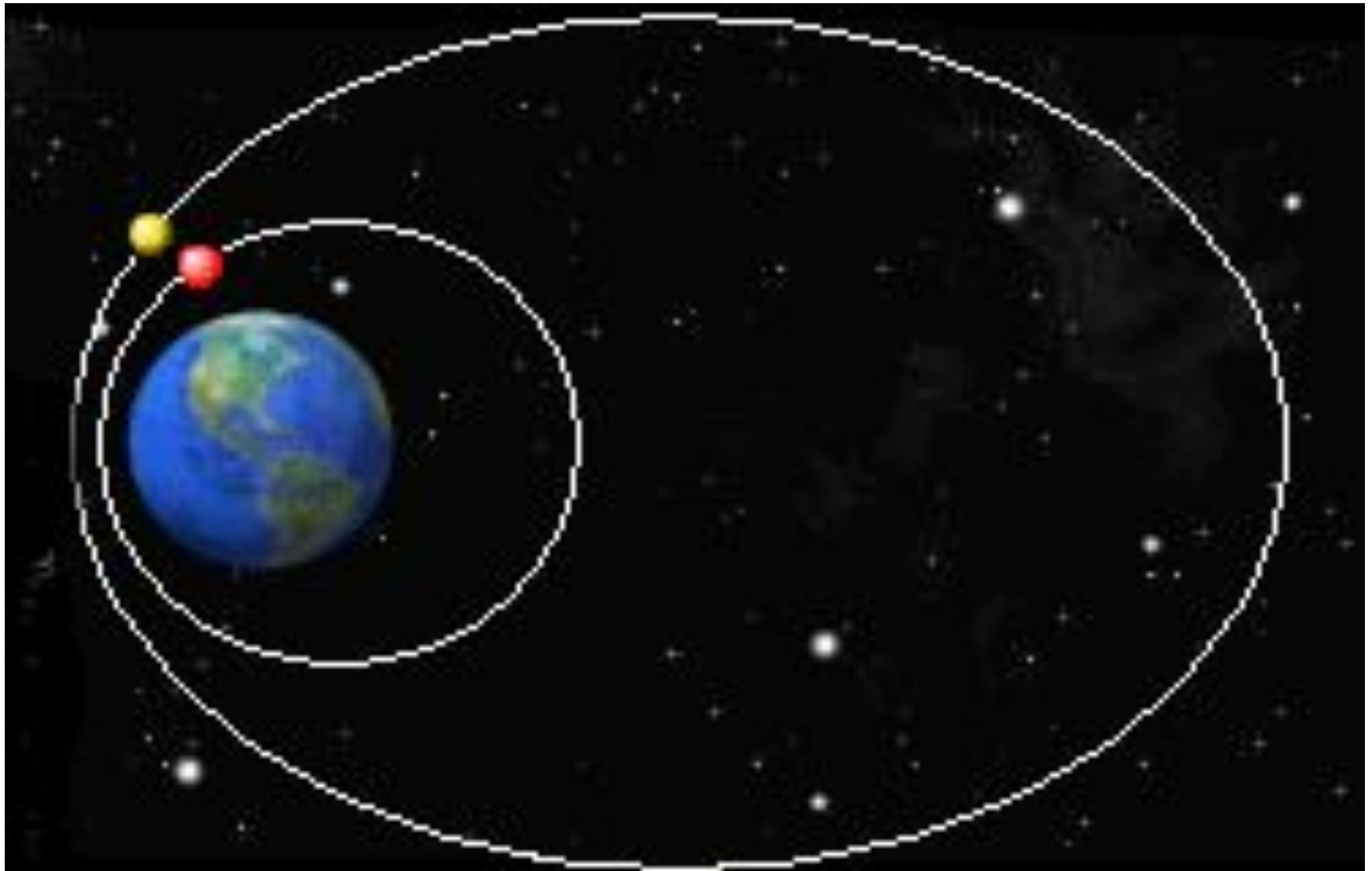
СИЛЫ В МЕХАНИКЕ.

Сила тяжести.



Вблизи поверхности Земли все тела падают с одинаковым ускорением, которое называют ускорением свободного падения. В системе отсчета связанной с Землей на всякое тело действует **сила тяжести**.

Земля совершает сложное движение:



Скорости вращения Земли:

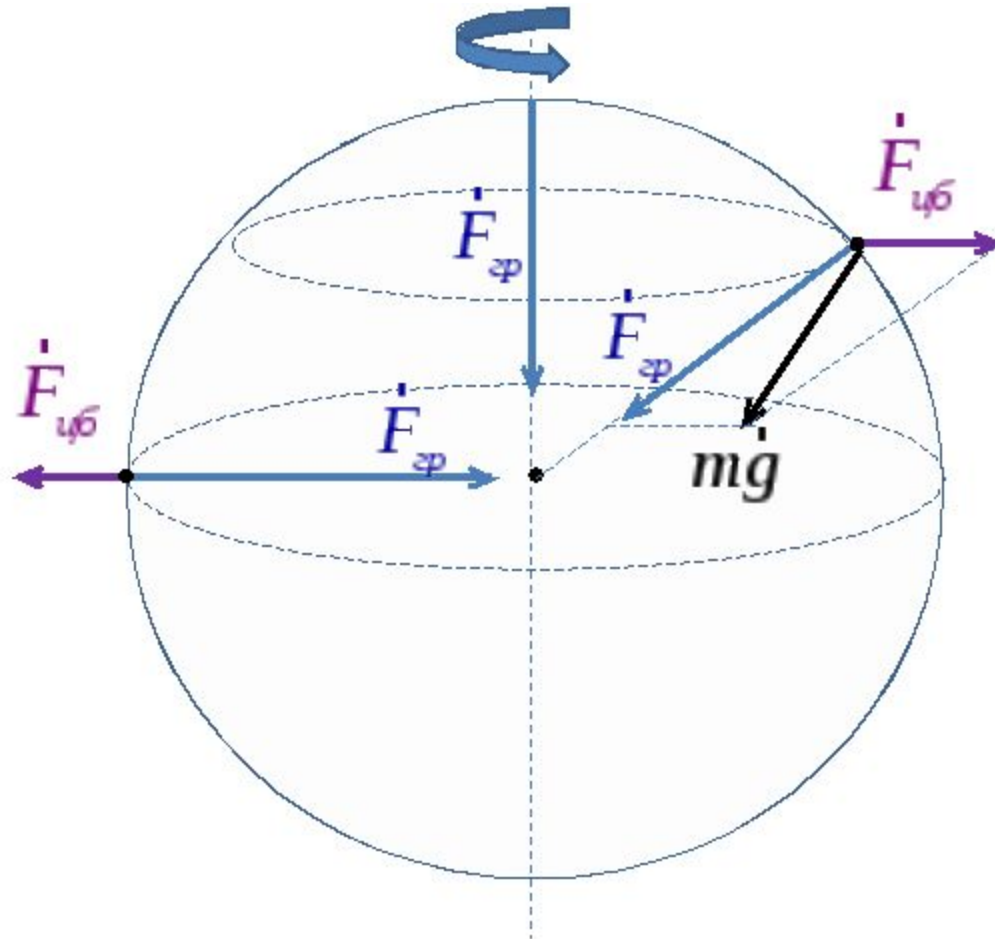
вокруг своей оси с угловой скоростью:

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{1\text{сут}} = \frac{2\pi}{24\text{часа}} = \frac{2\pi}{24 * 60 * 60\text{с}} = 7,27 \cdot 10^{-5} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

вокруг Солнца с угловой скоростью:

$$\begin{aligned} \omega_2 &= \frac{2\pi}{1\text{год}} = \frac{2\pi}{365,5 * 24 * 60 * 60\text{с}} = \\ &= 2,02 \cdot 10^{-7} \frac{\text{рад}}{\text{с}} \end{aligned}$$

Сила тяжести.



Сила тяжести определим как геометрическую сумму силы гравитационного притяжения Земли и центробежной силы инерции, учитывающая эффект суточного вращения Земли.

$$\vec{F}_{тяж} = \vec{F}_{вт} + \vec{F}_{ин}$$

Ускорение свободного падения:

- зависит так же от высоты, измеряемой от поверхности Земли. При подъеме на высоту 300 км ускорение свободного падения уменьшается на 1 м/с^2 .

$$F_{вт} = G \frac{M_3 m}{(R_3 + h)^2}$$

Зависимость ускорения силы тяжести от широты:

$$F_{ин} = mr\omega^2 = mR_3 \cos \varphi \left(\frac{2\pi}{T} \right), \text{ где}$$

$$T = 24 \text{ часа} = 86400 \text{ с}$$

- Ускорение свободного падения измеренное относительно поверхности Земли у полюсов, равно примерно $9,83 \text{ м/с}^2$, на экваторе – $9,78 \text{ м/с}^2$, а на широте 45^0 – $9,81 \text{ м/с}^2$.

Вес тела.

Весом тела

называют силу, с которой тело вследствие его притяжения к Земле действует на опору или подвес.



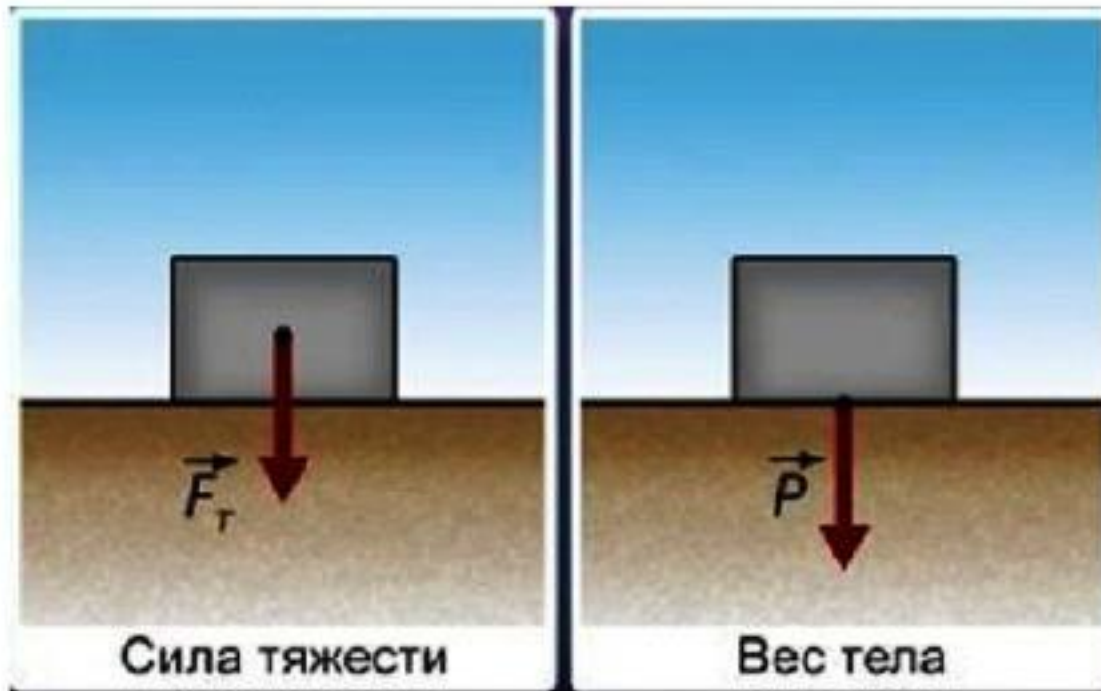
Вес тела и сила тяжести.

Согласно третьему закону Ньютона должно выполняться соотношение

$$\vec{F}_T = -\vec{P}$$

Таким образом, вес и сила тяжести равны друг к другу, однако приложены они к разным телам – вес к подвесу, сила тяжести – к самому телу.

Отличие сил.

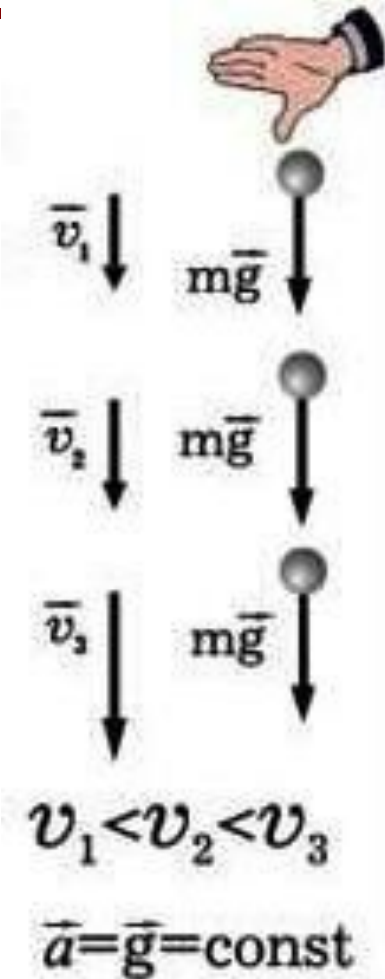
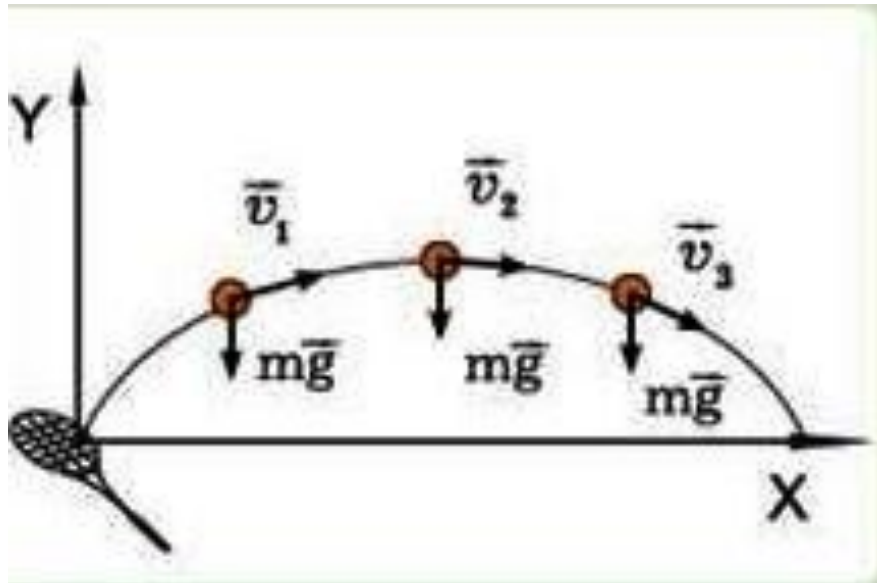


Сила тяжести
приложена к центру
тела и направлена к
центру Земли.

Вес приложен к подвесу
или опоре, направлен
перпендикулярно к
поверхности.

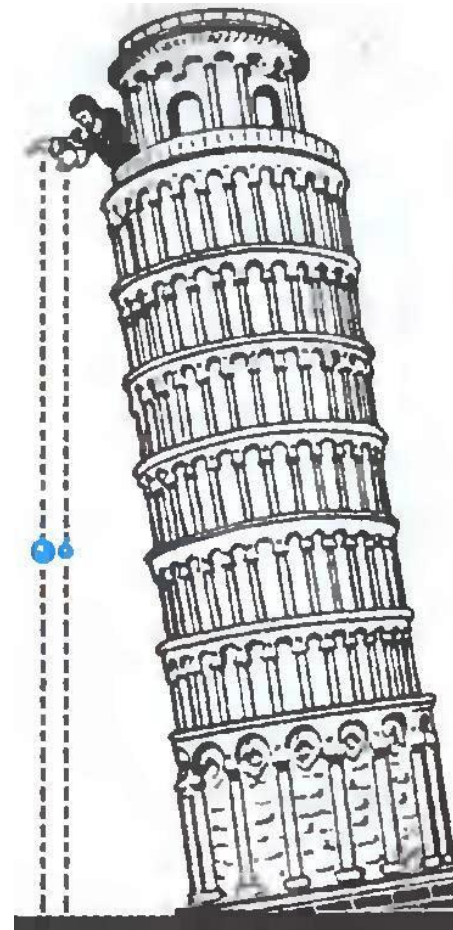
Движение тел под действием СИЛЫ ТЯЖЕСТИ.

Движение под действием
силы тяжести делят на
свободное падение и на
движение тела под углом
к горизонту.



Свободное падение тел.

Свободное падение
– это
равнопеременное
движение в
безвоздушном
пространстве под
действием силы
тяжести.



Зависимость между
кинематическими
характеристиками при
свободном падении имеют вид:

$$h = \frac{gt^2}{2}, v = gt$$

$$v_0 = 0$$



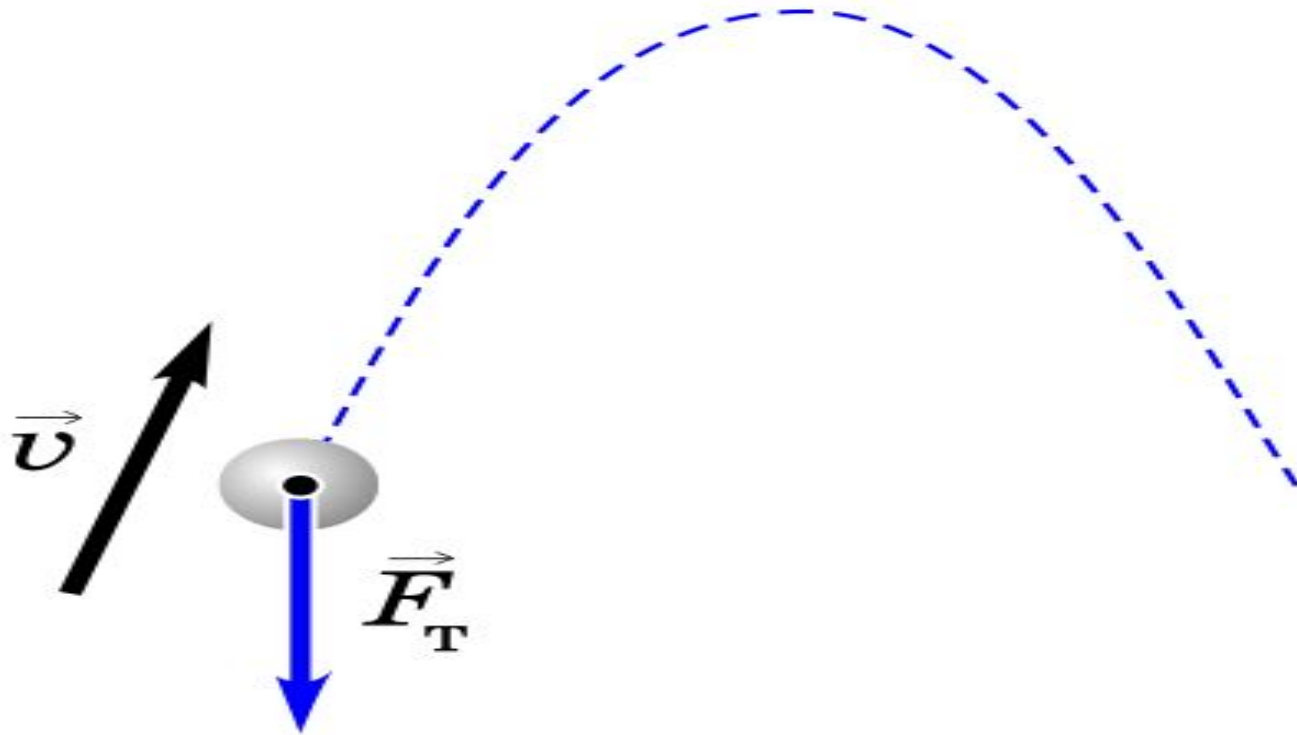
$$t = \frac{v}{g} \Rightarrow h = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{v}{g} \right)^2$$

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

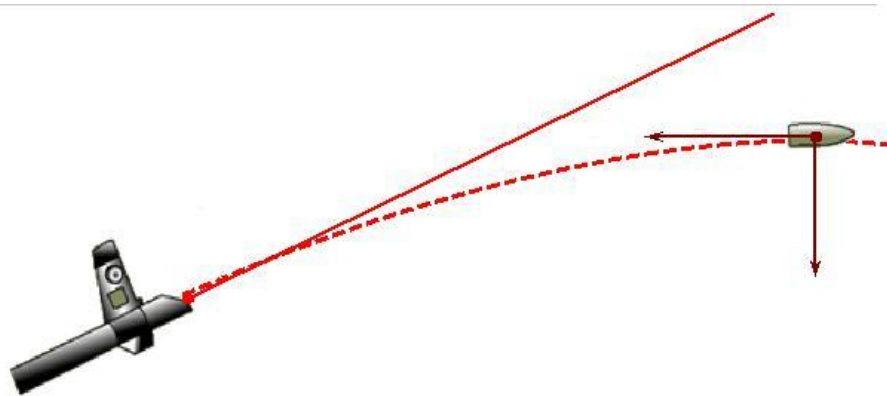
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow v = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v = \sqrt{2hg}$$

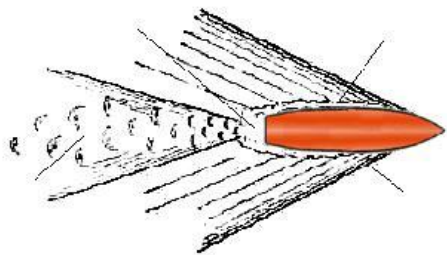
Движение под углом к горизонту.



Баллистика



(от греч. βάλλειν — бросать)
— наука о движении тел, брошенных в пространстве. Она занимается, главным образом, исследованием движения пуль и снарядов, выпущенных из огнестрельного оружия, ракетных снарядов и баллистических ракет.



Классическая задача баллистики

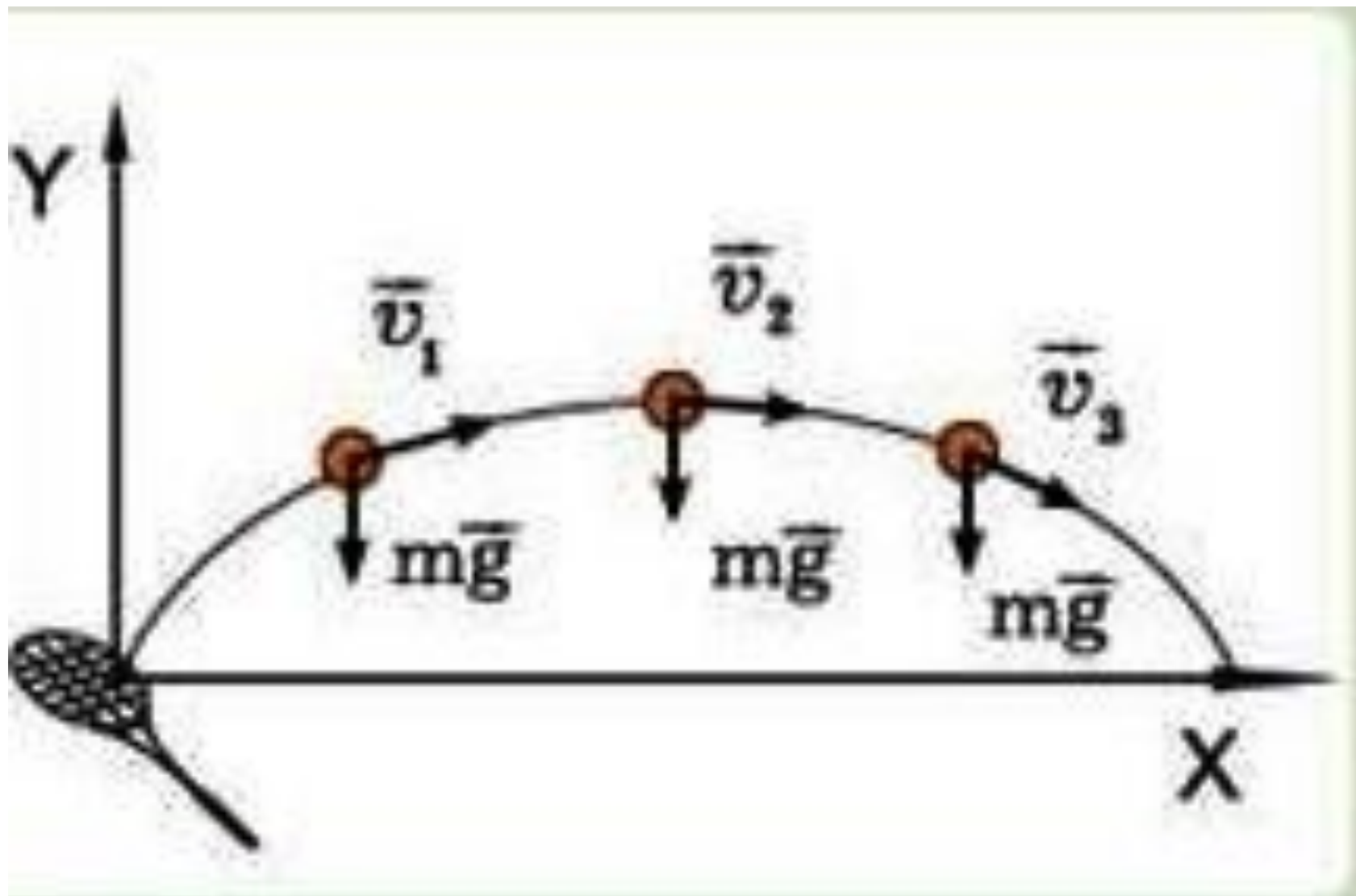
связана с движением тела брошенного под некоторым углом к горизонту.

Тело совершает движение в двух плоскостях:

вдоль оси **X** – равномерное,

вдоль оси **Y** – равнопеременное.

Траектория движения



Кинематические уравнения движения.

Для оси X:

$$\begin{cases} x = v_{0_x} t \\ v_x = v_{0_x} = \text{const} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = v_0 t \cos \alpha \\ v_x = v_0 \cos \alpha \end{cases}$$

Кинематические уравнения ДВИЖЕНИЯ.

Для оси Y :

$$\begin{cases} y = v_{0_y} t \pm \frac{gt^2}{2} \\ v_y = v_{0_y} \pm gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = v_0 t \sin \alpha \pm \frac{gt^2}{2} \\ v_y = v_0 \sin \alpha \pm gt \end{cases}$$

Уравнение траектории.

$$\begin{cases} x = v_0 t \cos \alpha \\ y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \end{cases}$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$y = v_0 \frac{x \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0 \cos \alpha} \right)^2$$

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Это уравнение параболы, опрокинутой «чашей» на ось абсцисс(X). Точки пересечения с осью определяют начальный и конечный момент времени движения тела.

Основные характеристики КЗБ.

Движение тела при КЗБ характеризуют временем полета (t), дальностью полета (S) и высотой (h).

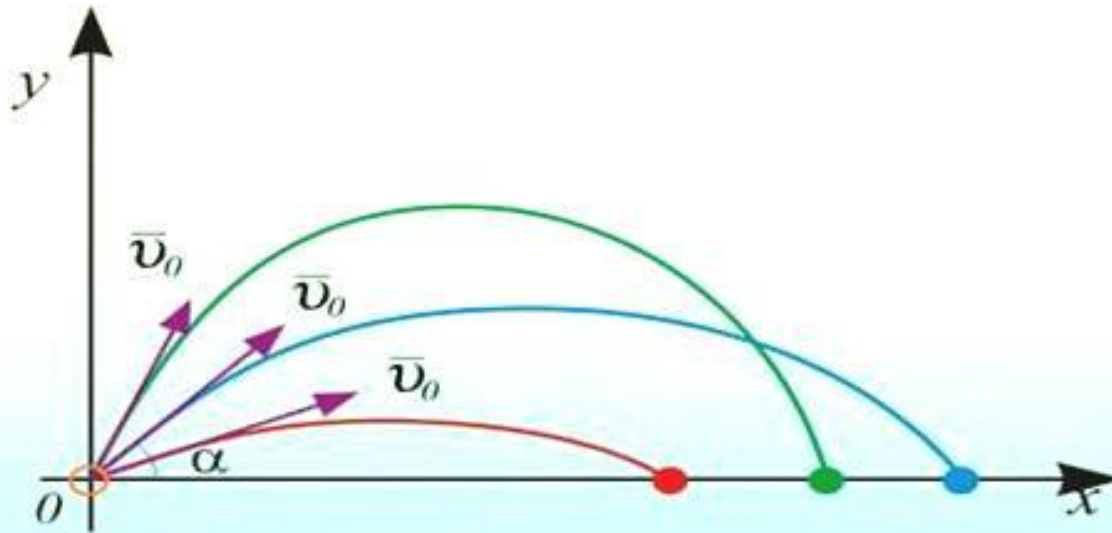
$$y = 0 \Rightarrow x = 0(\text{начало}), x = S(\text{конец})$$

$$x\left(\operatorname{tg}\alpha - \frac{gx}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}\right) = 0$$

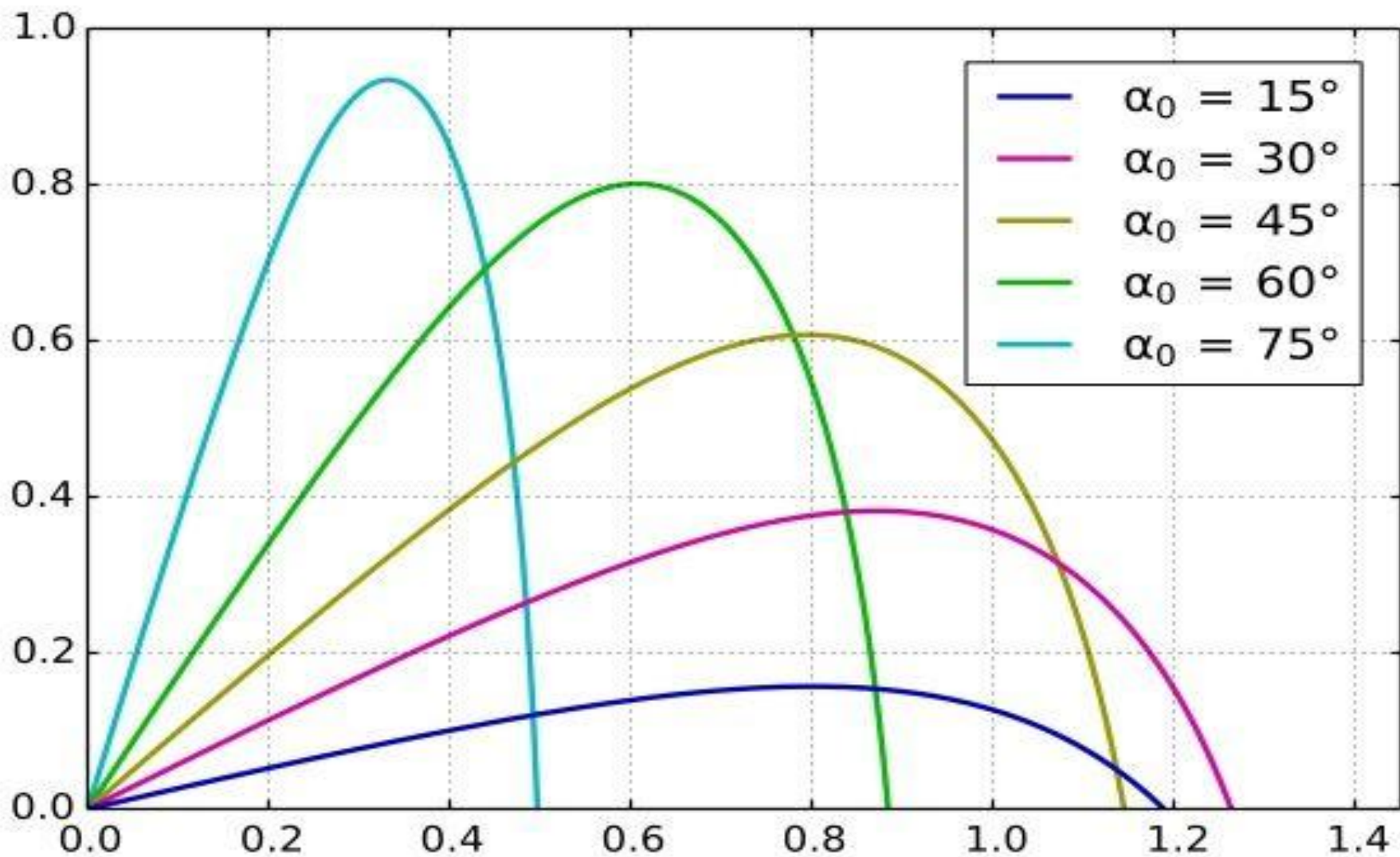
$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{gx}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \Rightarrow S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Зависимость дальности от скорости.



Зависимость дальности от угла.



$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g v_0 \cos \alpha} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

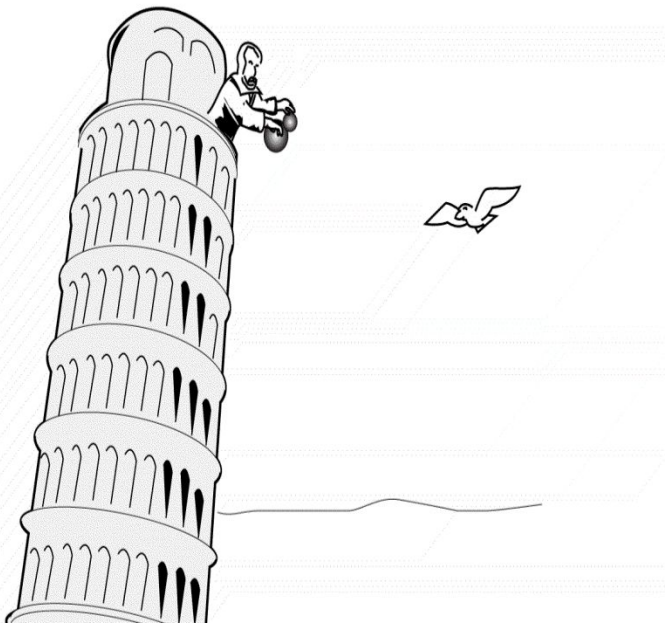
$$y\left(\frac{S}{2}\right) = h$$

$$h = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{2g} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot \left(\frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{2g} \right)^2 =$$
$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

- Свободное падение можно рассматривать, как частный случай КЗБ при заданном угле бросания = $\frac{\pi}{2}$ рад

$$\left\{ \begin{array}{l} t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \\ S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \\ h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \end{array} \right. \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sin \alpha = 1 \\ \sin 2\alpha = 0 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} t = \frac{2v_0}{g} \\ S = 0 \\ h = \frac{v_0^2}{2g} \end{array} \right.$$

- Падение с некоторой высоты в горизонтальном направлении можно рассматривать, как частный случай КЗБ при заданном угле бросания $=0$ рад



$$H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$x = S = v_0 t = \sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g}}$$