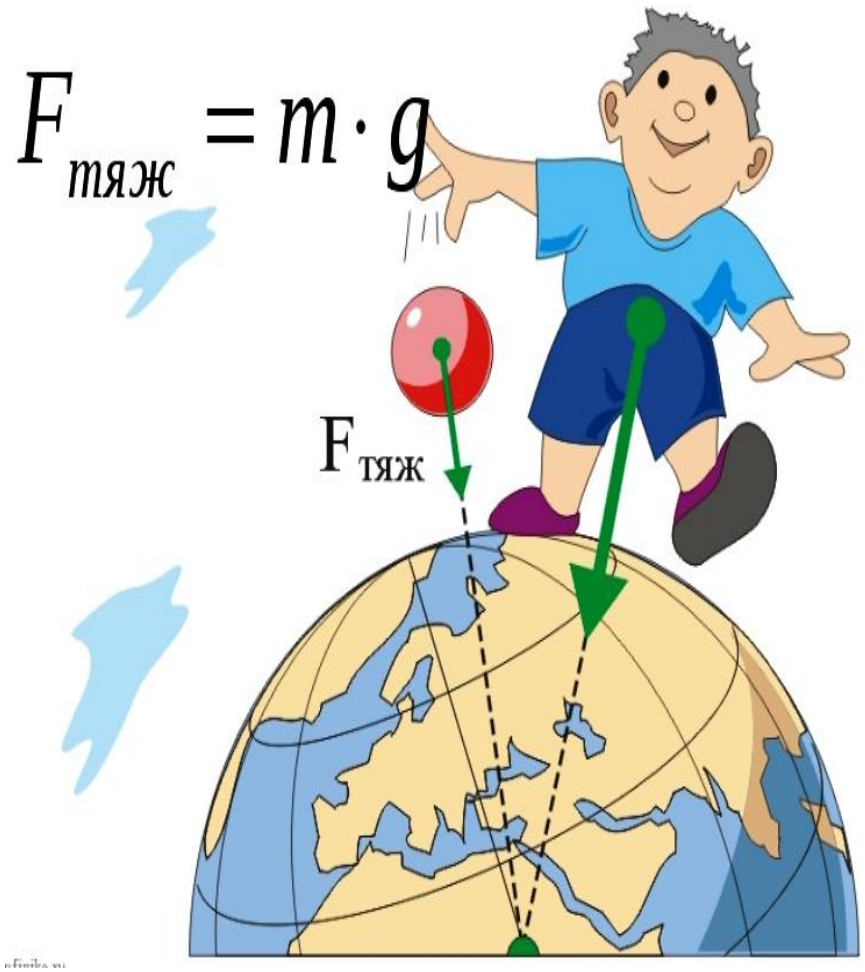
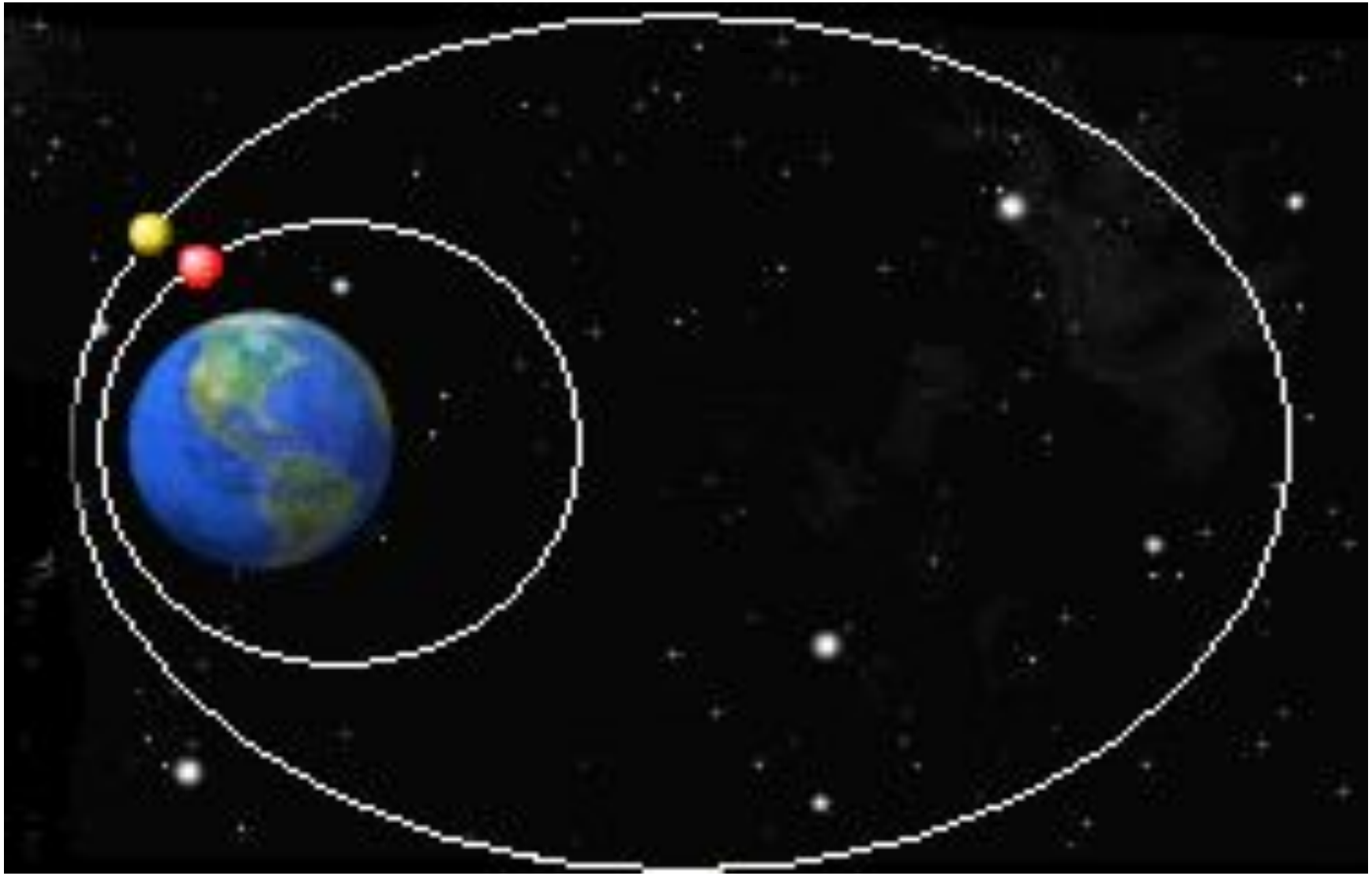
СИЛЫ В МЕХАНИКЕ.

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:

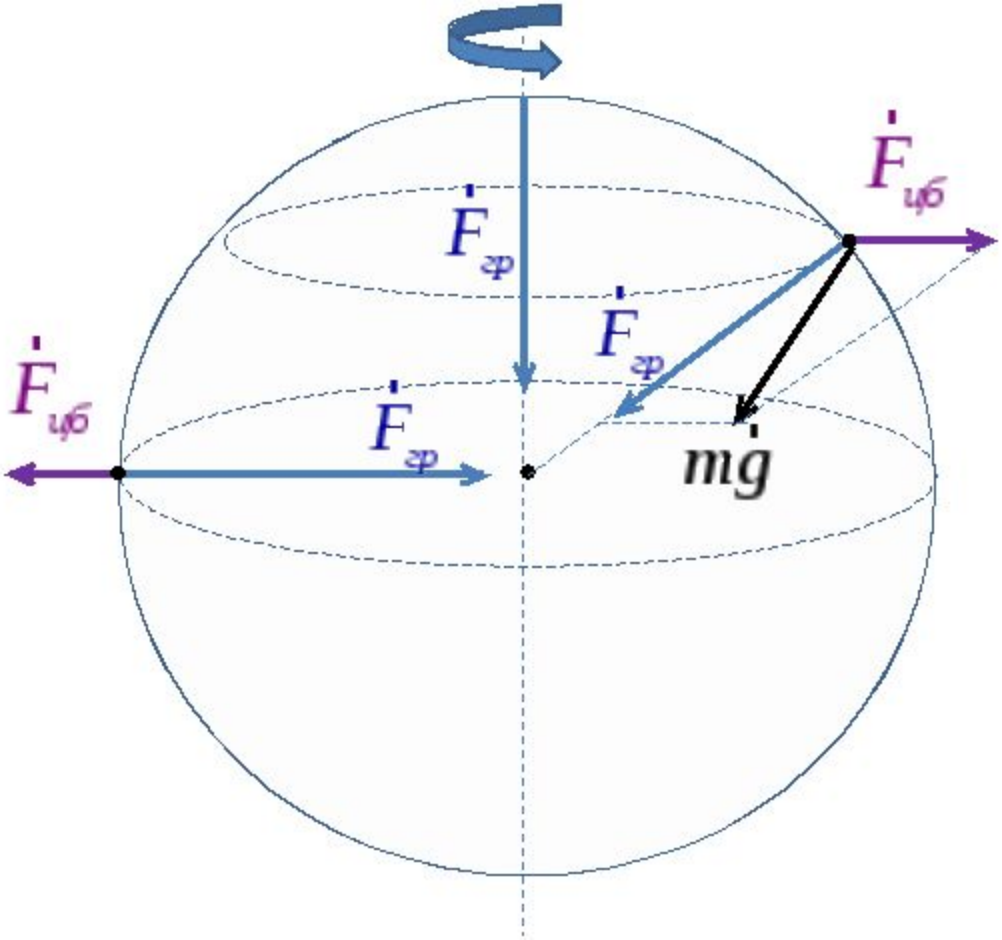
$$\omega_1 = \frac{2\pi}{1сут} = \frac{2\pi}{24часа} = \frac{2\pi}{24*60*60с} = 7{,}27\cdot 10^{-5}\,\frac{рад}{с}$$

вокруг Солнца с угловой скоростью:

$$\omega_2 = \frac{2\pi}{1год} = \frac{2\pi}{365{,}5*24*60*60с} =$$

$$= 2{,}02\cdot 10^{-7}\,\frac{рад}{с}$$

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.

$$F_{вт} = G\frac{M_з m}{\left(R_з + h\right)^2}$$

Зависимость ускорения силы тяжести от широты:

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

$$T = 24часа = 86400с$$

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

Вес тела.

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

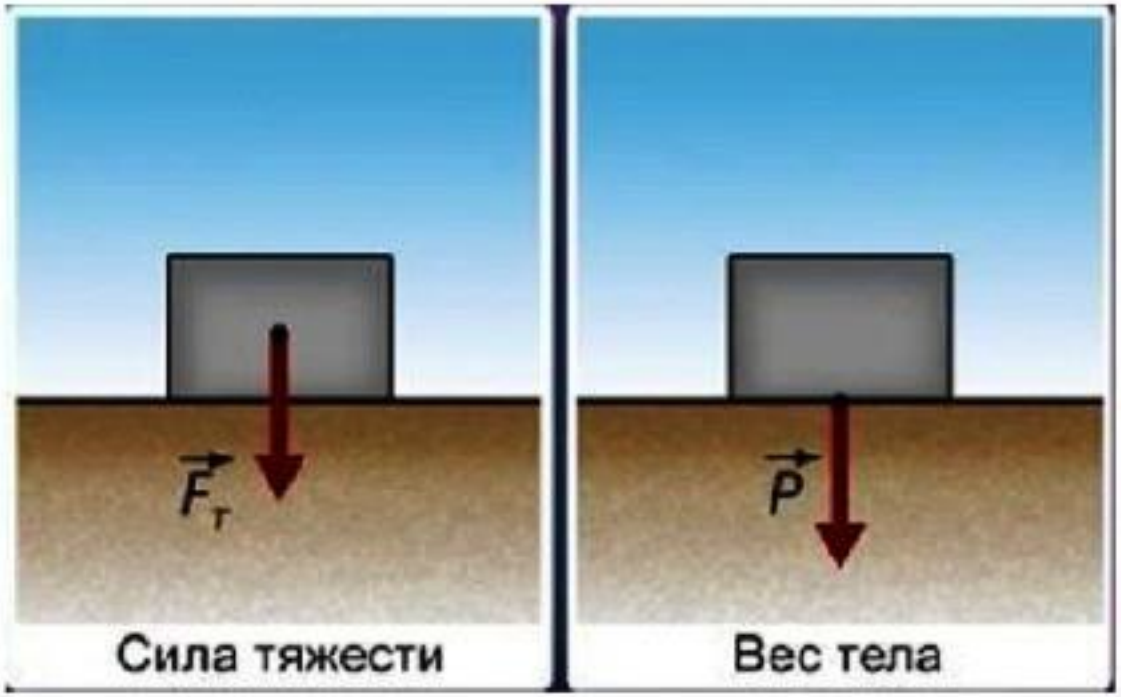
Вес тела и сила тяжести.

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.

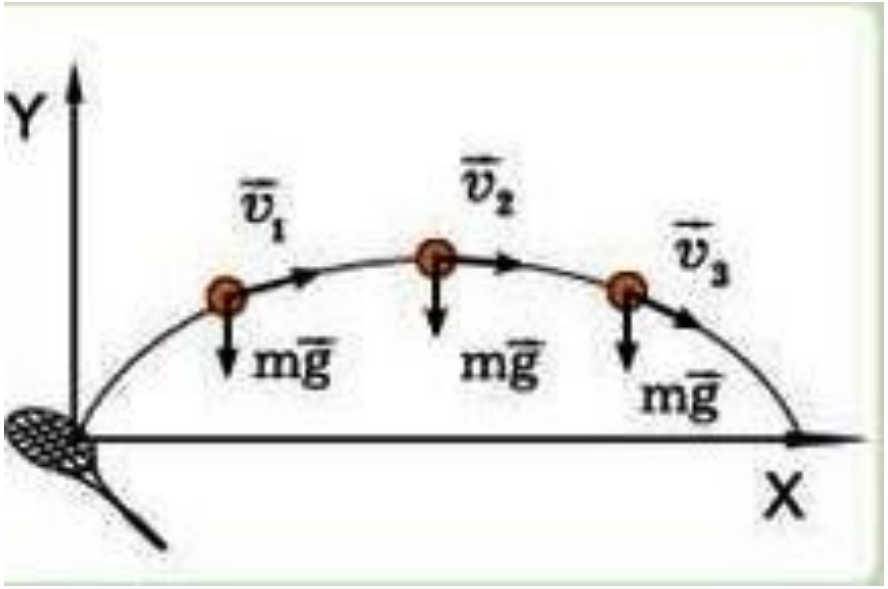


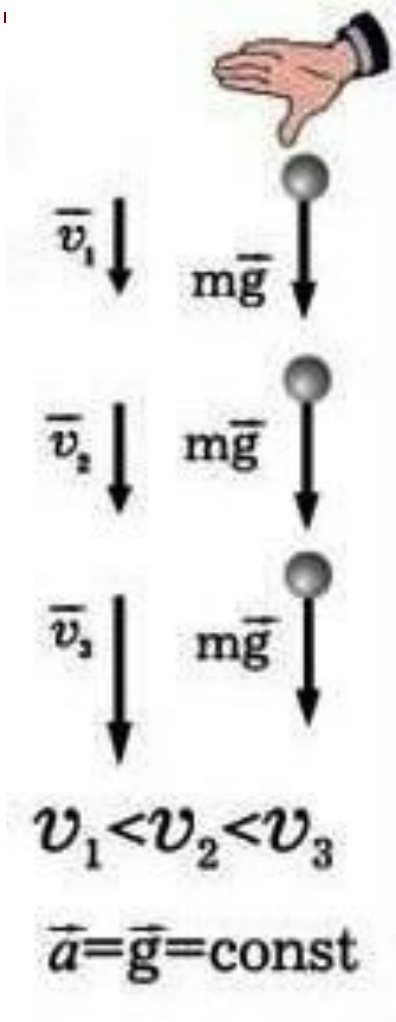
Сила тяжести приложена к центру тела и направлена к центру Земли.

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

Движение тел под действием силы тяжести.

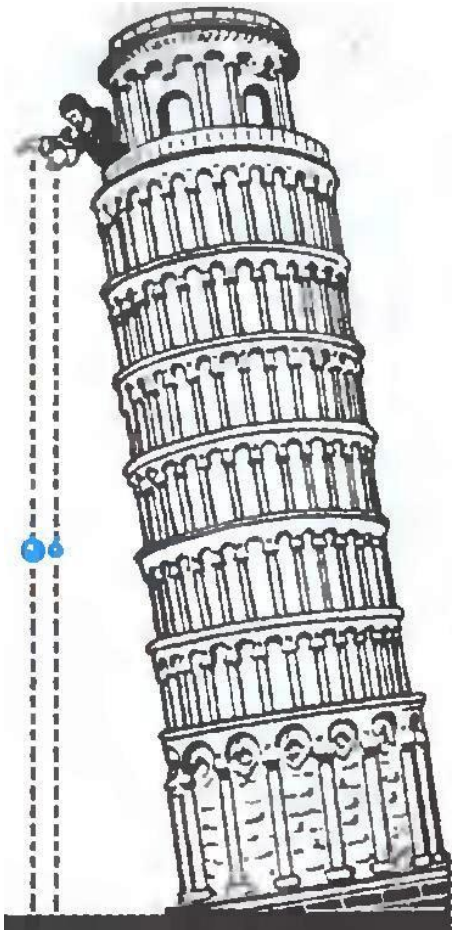
Движение под действием силы тяжести делят на свободное падение и на движение тела под углом к горизонту.





Свободное падение тел.

Свободное падение – это равнопеременноед вижение в безвоздушном пространстве под действием силы тяжести.



Зависимость между кинематическими характеристиками при свободном падении имеют вид:

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

$$\upsilon_0 = 0$$

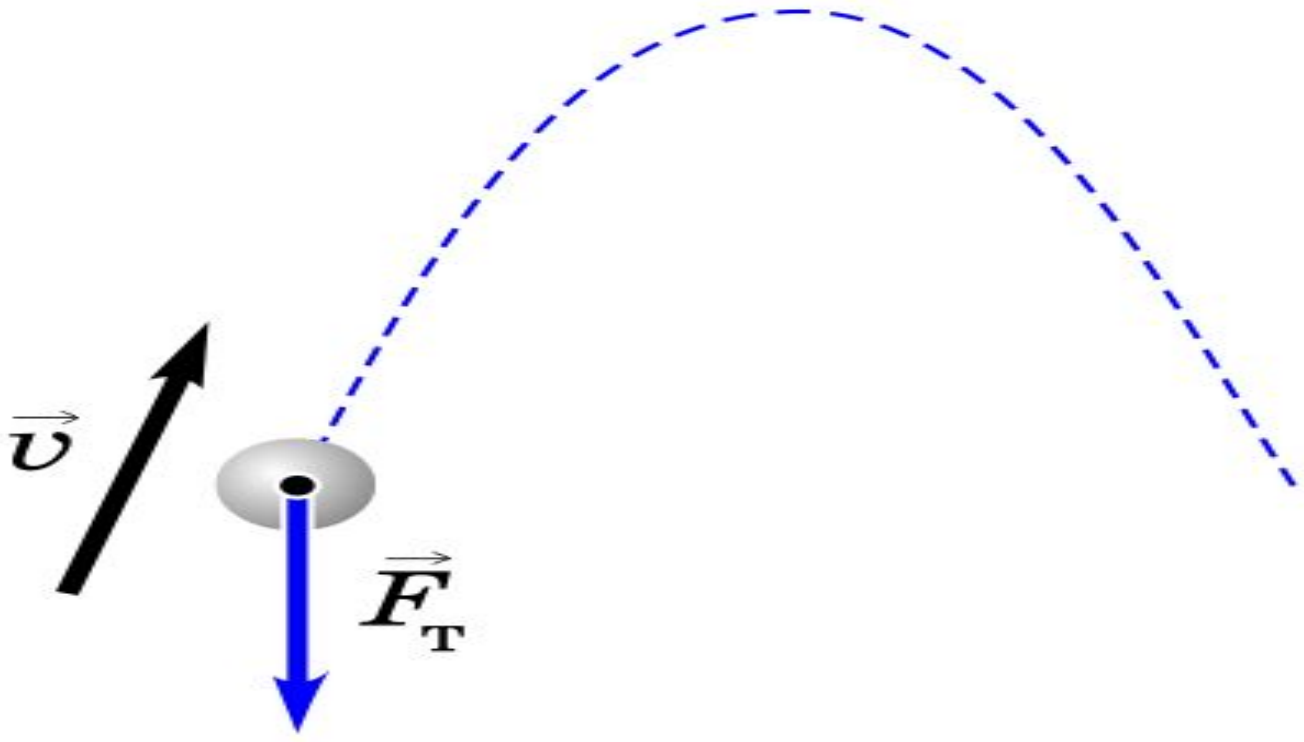
$$t = \frac{\upsilon}{g} \Rightarrow h = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{\upsilon}{g}\right)^2$$

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

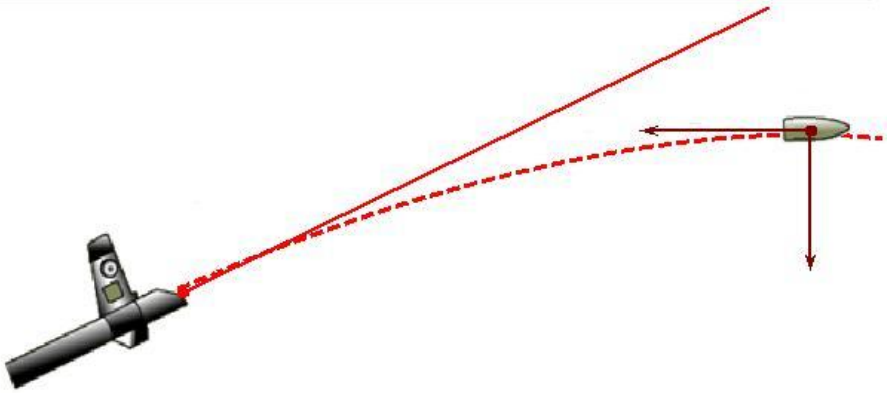
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow \upsilon = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

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

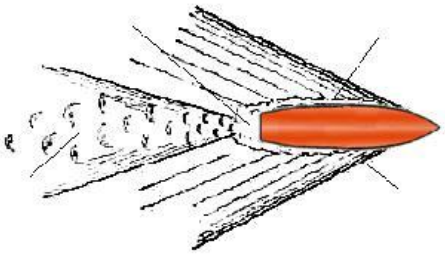
Движение под углом к горизонту.



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

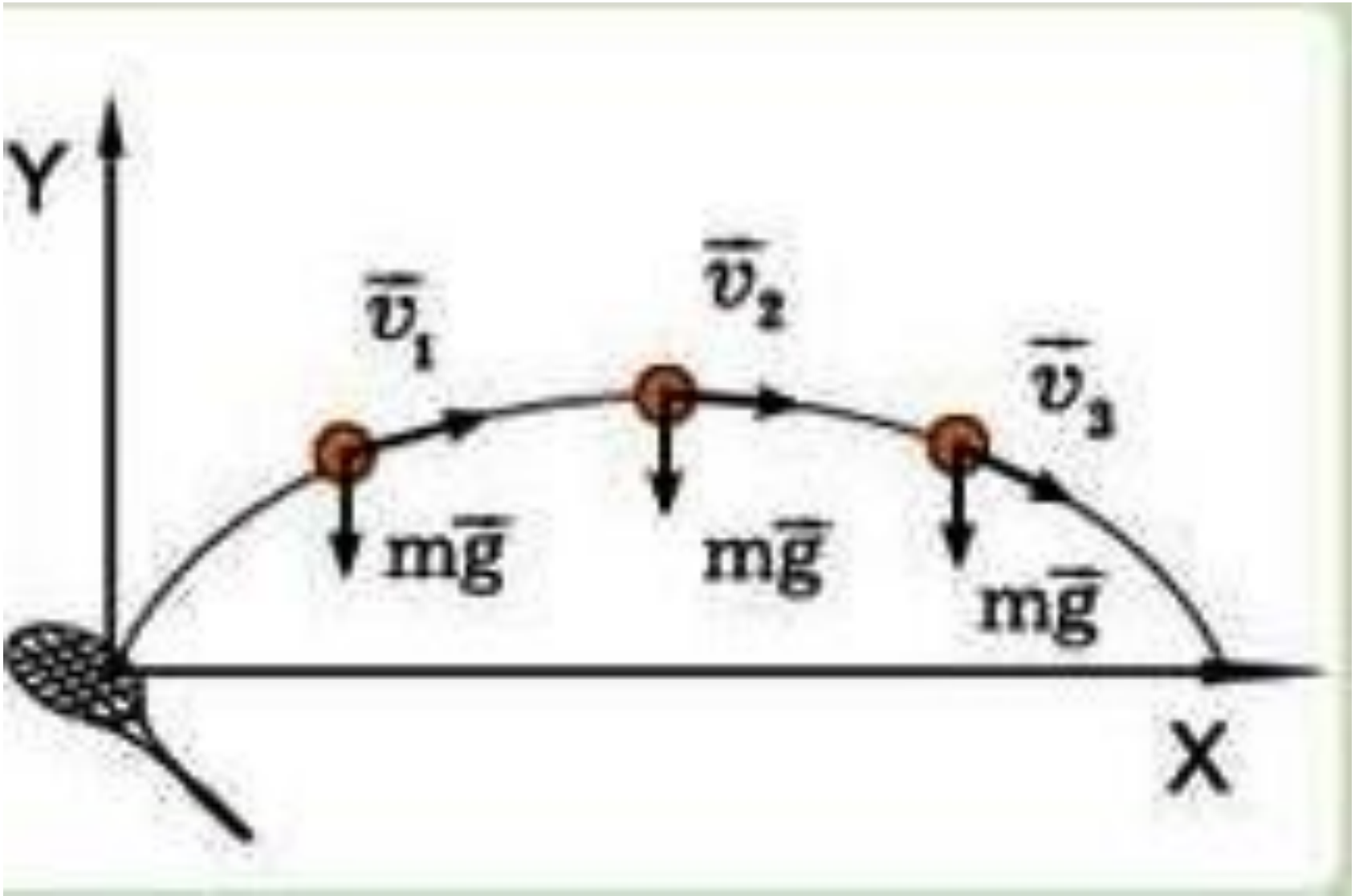
связана с движением тела брошенного под некоторым углом к горизонту.

Тело совершает движение в двух плоскостях:

вдоль оси **X** – равномерное,

вдоль оси **У** – равнопеременное.

Траектория движения



Кинематические уравнения движения.

$$Для \quad оси \quad X:$$

$$\begin{cases} x = \upsilon_{0_x} t \\ \upsilon_x = \upsilon_{0_x} = const \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = \upsilon_0 t \cos\alpha \\ \upsilon_x = \upsilon_0 \cos\alpha \end{cases}$$

Кинематические уравнения движения.

$$Для \quad оси \quad Y:$$

$$\begin{cases} y = \upsilon_{0_y} t \pm \dfrac{gt^2}{2} \\ \upsilon_y = \upsilon_{0_y} \pm gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = \upsilon_0 t \sin\alpha \pm \dfrac{gt^2}{2} \\ \upsilon_y = \upsilon_0 \sin\alpha \pm gt \end{cases}$$

Уравнение траектории.

$$\begin{cases} x = \upsilon_0 t \cos\alpha \\ y = \upsilon_0 t \sin\alpha - \dfrac{gt^2}{2} \end{cases} \Rightarrow$$

$$t = \frac{x}{\upsilon_0 \cos\alpha}$$

$$y = \upsilon_0 \frac{x \sin\alpha}{\upsilon_0 \cos\alpha} - \frac{g}{2}\left(\frac{x}{\upsilon_0 \cos\alpha}\right)^2$$

$$y = xtg\alpha - \frac{gx^2}{2\upsilon_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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).

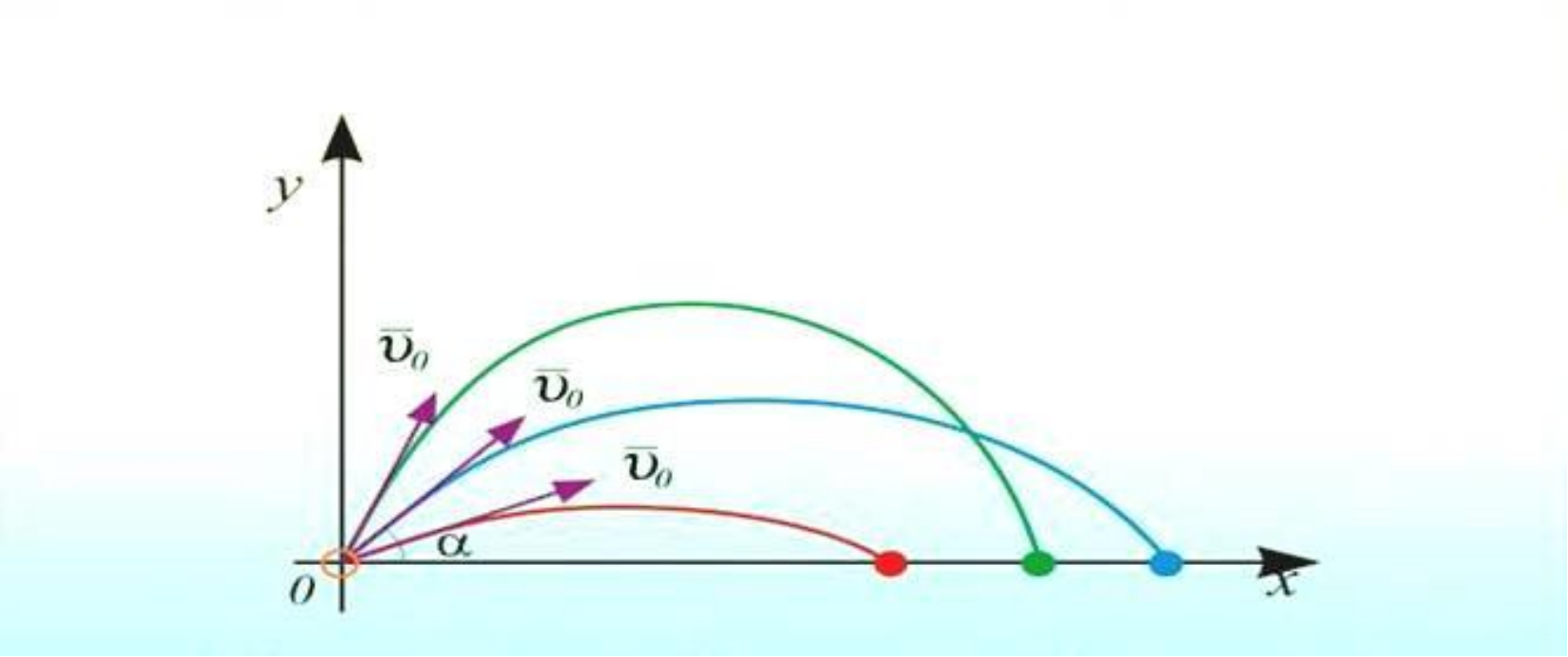
$$y = 0 \Rightarrow x = 0(\textit{начало}), x = S(\textit{конец})$$

$$x(tg\alpha - \frac{gx}{2\upsilon_0^2 \cos^2 \alpha}) = 0$$

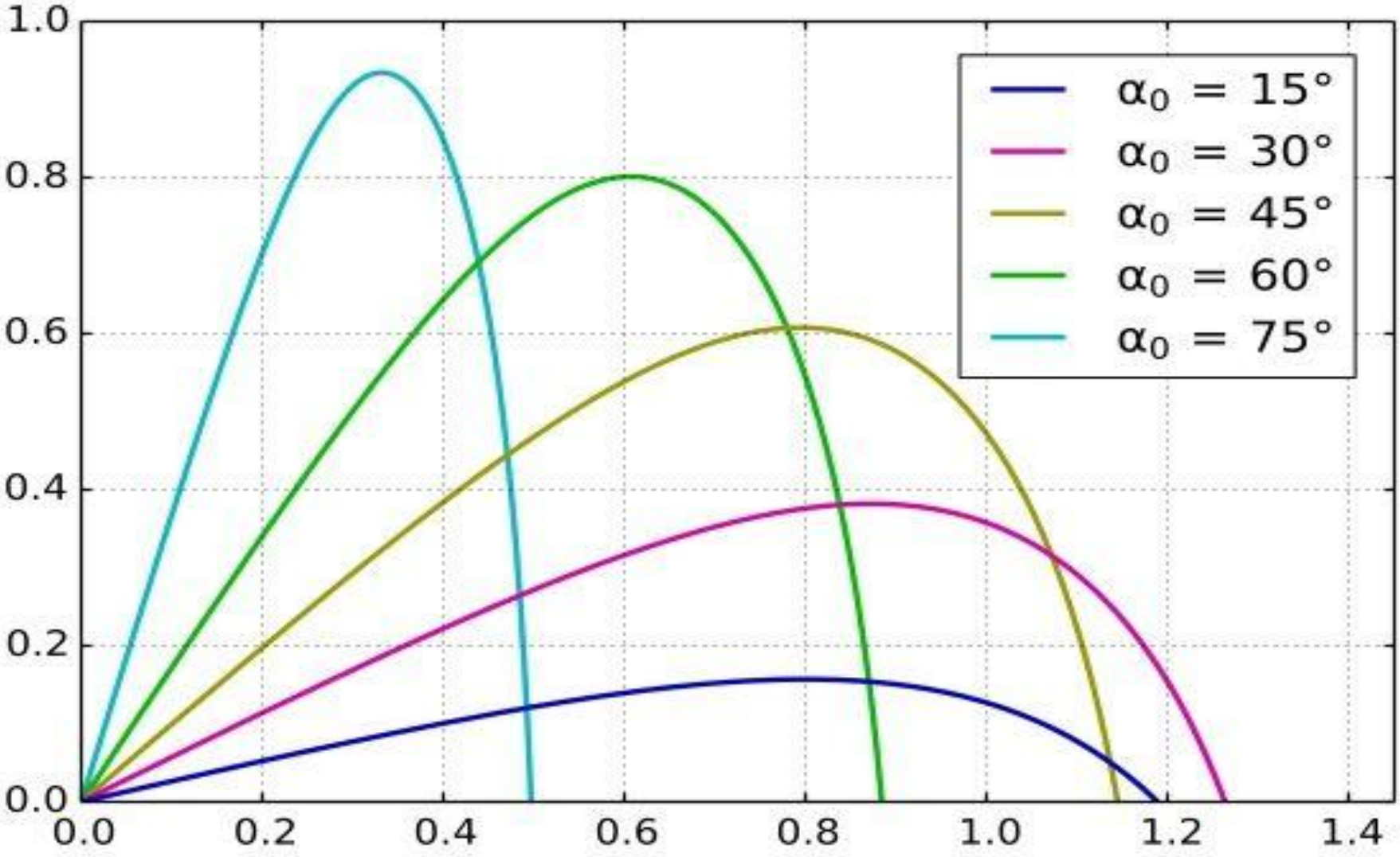
$$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{gx}{2\upsilon_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x = \frac{2\upsilon_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{g} \Rightarrow S = \frac{\upsilon_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Зависимость дальности от скорости.



Зависимость дальности от угла.



$$t = \frac{x}{\upsilon_0 \cos\alpha} = \frac{2\upsilon_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{g\upsilon_0 \cos\alpha} = \frac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$$

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

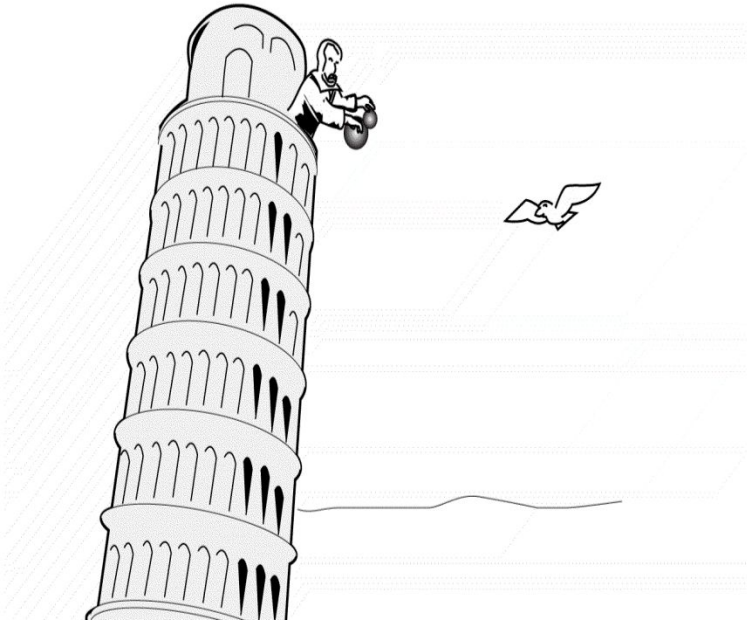
$$h = \frac{2\upsilon_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{2g} \cdot \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} - \frac{g}{2\upsilon_0^2 \cos^2\alpha} \cdot \left(\frac{2\upsilon_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{2g} \right)^2 =$$

$$= \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

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

$$\begin{cases} t = \dfrac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{g} \\ S = \dfrac{\upsilon_0^2 \sin 2\alpha}{g} \\ h = \dfrac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \end{cases} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \begin{cases} \sin\alpha = 1 \\ \sin 2\alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \dfrac{2\upsilon_0}{g} \\ S = 0 \\ h = \dfrac{\upsilon_0^2}{2g} \end{cases}$$

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



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

$$x = S = \upsilon_0 t = \sqrt{\frac{2H\upsilon_0^2}{g}}$$