

СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

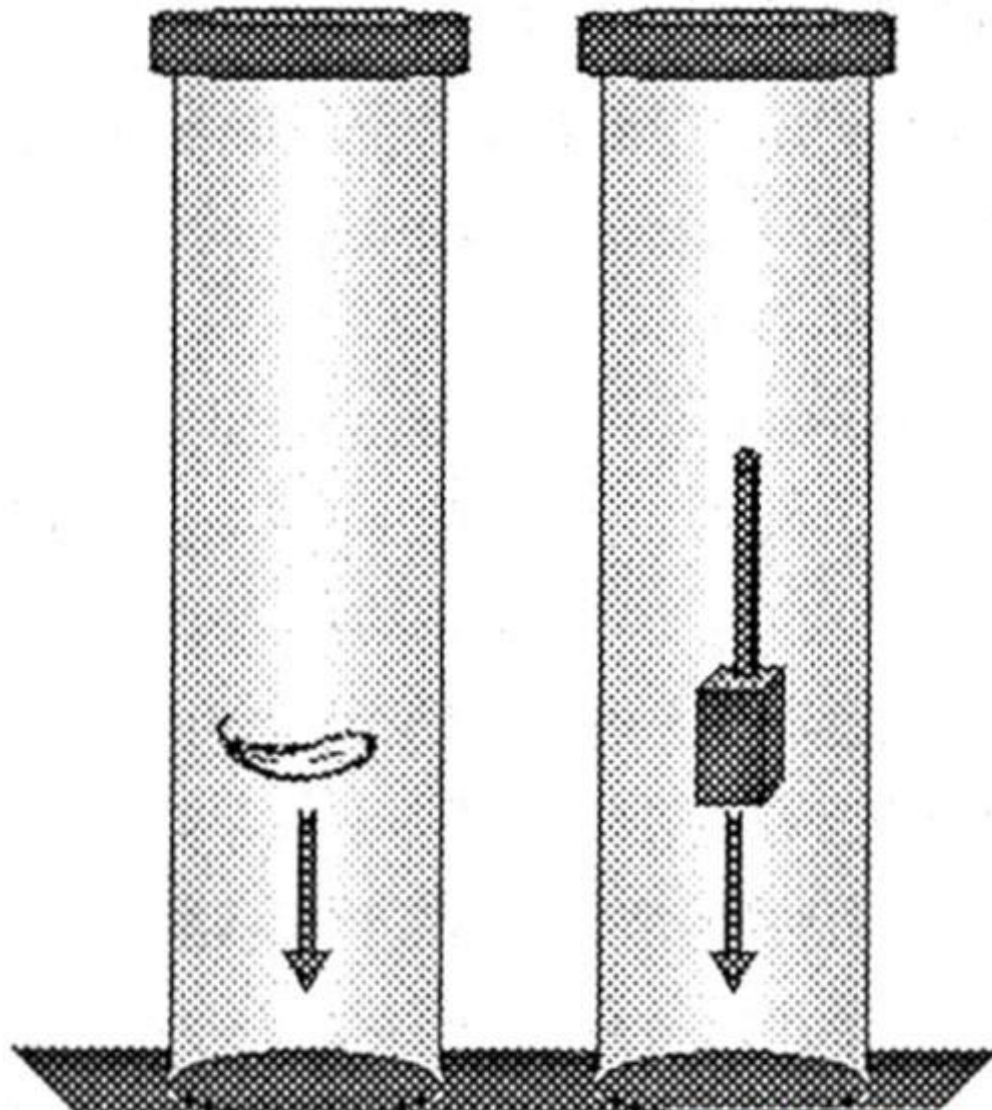
Свободное падение тел — равнопеременное движение под действием силы тяжести, когда другие силы, действующие на тело, отсутствуют или пренебрежимо малы.

Первыми, кто взялся за научное обоснование явления, которое известно теперь как свободное падение, были античные философы. В частности, Аристотель утверждал, что более тяжелые тела падают на землю с большей скоростью. Средневековые философы поставили теоретическое положение Аристотеля под сомнение. Не имея возможности доказать это на практике, они тем не менее были уверены, что скорость, с которой движутся тела к земле, без учета внешнего воздействия остается одинаковой. Но именно итальянский ученый Г.Галилей рассматривал свободное падение с этих позиций, проводя многочисленные эксперименты, пришел к выводу, что скорость движения, например, медных и золотых шариков к земле одинакова.

Идеальное свободное падение возможно лишь в вакууме, где нет силы сопротивления воздуха, и независимо от массы, плотности и формы все тела падают одинаково быстро, т. е. в любой момент времени тела имеют одинаковые мгновенные скорости и ускорения.

Ускорение свободного падения на Земле приблизительно равно : $\underline{g \approx 9,81 \text{ м/с}^2}$

Ускорение свободного падения всегда направлено к центру Земли. Ускорение, с которым движется данный предмет, остается величиной постоянной, то есть скорость за одинаковые промежутки времени возрастает на одну и ту же величину.



Формулы с применением свободного падения тел

Для тела, брошенного с
некоторой высоты
горизонтально:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$
$$h = \frac{gt^2}{2}$$
$$v = \sqrt{2gh}$$

Для тела, брошенного(и не
брошенного) вертикально:

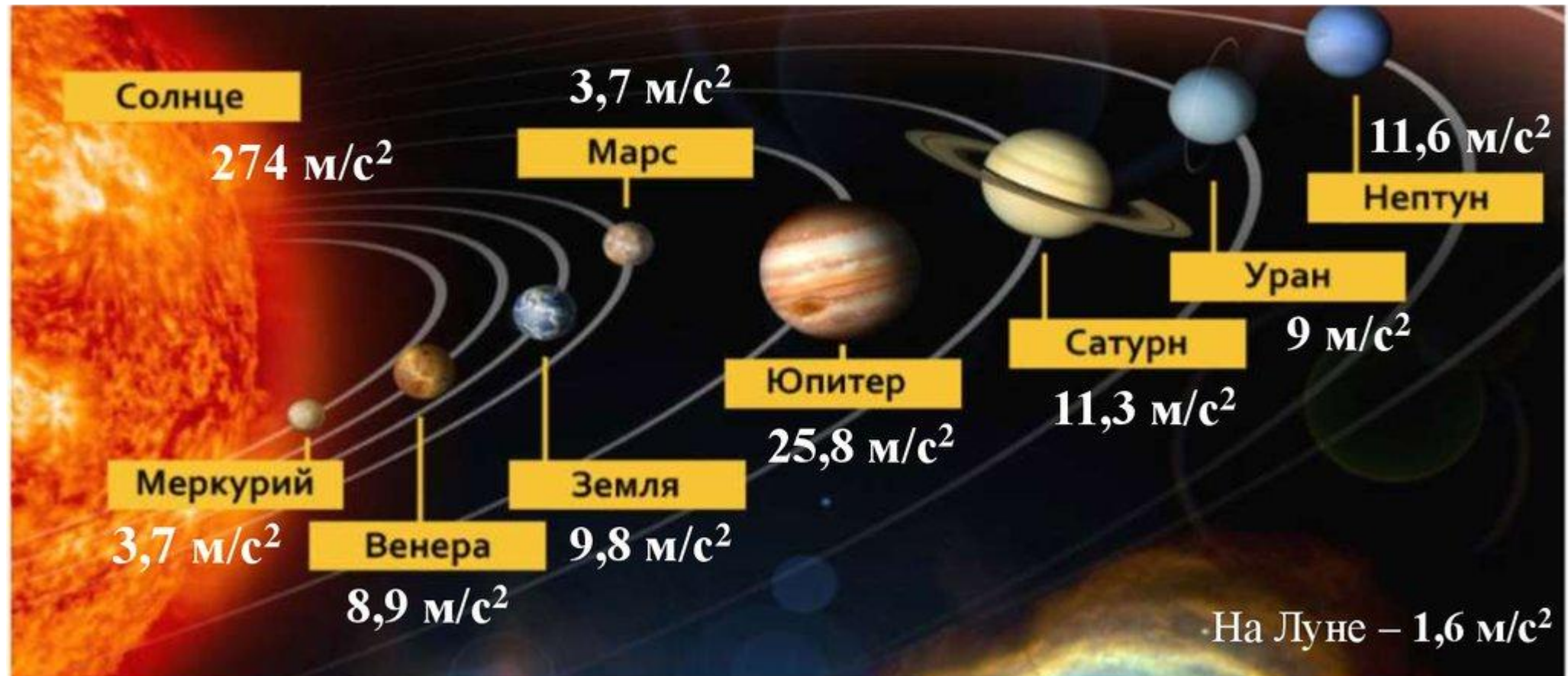
$$v = v_0 \pm gt$$
$$h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$
$$h = \frac{v^2 - v_0^2}{2g}$$
$$x = x_0 \pm v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$

$$v = gt$$
$$h = \frac{gt^2}{2}$$
$$h = \frac{v^2}{2g}$$
$$x = x_0 \pm \frac{gt^2}{2}$$

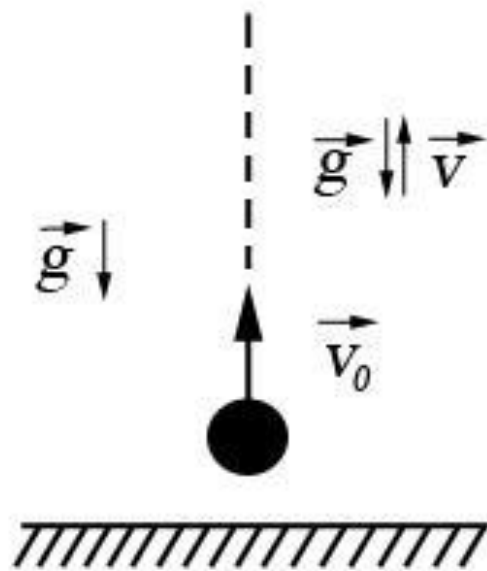
Также существует формула для определения гравитационной силы для других небесных тел:

$$g = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$

Только на полюсах Земли тела падают строго по вертикали. Во всех остальных точках планеты траектория свободно падающего тела отклоняется к востоку за счет силы Кариолиса, возникающей во вращающихся системах



Задача №1 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? Как отличаются реальные значения искомых величин от вычисленных?



Дано:

$$v_0 = 800 \text{ м/с}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v = ?$$

$$h = ?$$

Решение:

Высота поднятия снаряда определяется по формуле:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 800 \text{ м/с} \cdot 6 \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (6 \text{ с})^2}{2} = 4620 \text{ м.}$$

Скорость снаряда при попадании:

$$v = v_0 - gt = 800 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot 6 \text{ с} = 740 \text{ м/с.}$$

Реальные значения высоты подъема и скорости попадания снаряда будут меньше, т. к. на снаряд действует сила сопротивления воздуха.

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

Задача №2 «Снаряд» пружинного пистолета при выстреле вертикально вверх поднимается на высоту $H = 1$ м. Какой будет дальность полета «снаряда», если пистолет установить горизонтально на высоте $h = 64$ см? Скорость вылета «снаряда» считать в обоих случаях одинаковой. При возможности выполните эту работу. Измерив H и h , рассчитайте горизонтальную дальность полета s и проверьте результат на опыте.

Дано:

$$H = 1 \text{ м}, h = 0,64 \text{ м}$$

$$v_0 = \text{const}, g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$l = ?$$

Решение:

Направим Y — вверх, а X — вправо, тогда для движения снаряда по вертикали имеем:

$$y = v_0 t - gt^2/2 = H; \quad v = v_0 - gt.$$

Так как в верхней точке траектории $v = 0$, получим:

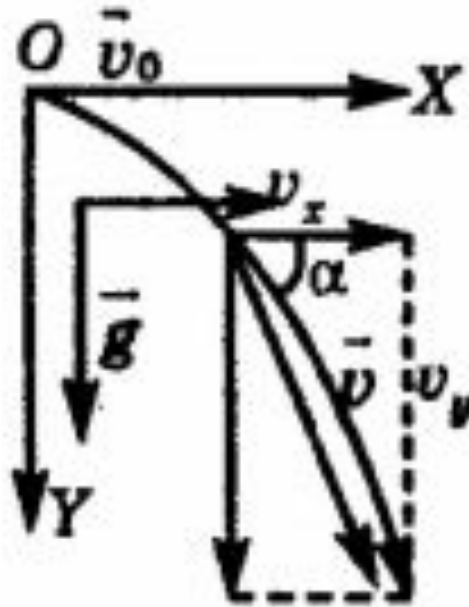
$$v_0 = gt \Rightarrow H = gt - \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow v_0 = g \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{2gH}.$$

Дальность полета снаряда

$$l = v_0 t, \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow l = \sqrt{2gH} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2\sqrt{Hh} = 2\sqrt{1 \text{ м} \cdot 0,64 \text{ м}} = 1,6 \text{ м}.$$

Ответ: $l = 1,6 \text{ м}$.

Задача №3 Тело брошено горизонтально с некоторой высоты с начальной скоростью 10 м/с . Через какое время вектор скорости будет направлен под углом 45° к горизонту?



Дано:

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$t = ?$$

Решение:

Уравнение для скорости имеет вид: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$.

Ось X направлена вправо, а ось Y — вертикально вниз.

Тогда проекции скорости

$$v_x = v_{0x} + g_x t = v_0 \text{ и } v_y = v_{0y} + g_y t = gt.$$

Из рисунка видно, что

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0} \Rightarrow t = \frac{v_0 \operatorname{tg} \alpha}{g}.$$

Подставляя значения, получим:

$$t = \frac{10 \text{ м/с} \cdot 1}{10 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ с.}$$

Ответ: $t = 1 \text{ с.}$

